



## المستقبل

سنة محركات للتغيير العالمي

(الجزء الثاني)

تأليف: آل غور

ترجمة: د. عدنان جرجس



علم للعفت  
سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها  
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978  
أسسها أحمد مشاري العدواني (1923-1990) ود. فؤاد زكريا (1927-2010)

## المستقبل

سنة محركات للتغيير العالمي  
(الجزء الثاني)

تأليف: آل غور

ترجمة: د. عدنان جرجس



مايو 2015

424

# علم للعفت

سلسلة شهرية تصدرها  
المجلس الوطني للثقافة  
والفنون والآداب

أسسها  
أحمد مشاري العدواني  
د. فؤاد زكريا

المشرف العام  
م. علي حسين البوابة

مستشار التحرير  
د. محمد عاظم الرميحي  
rumailim@outlook.com

هيئة التحرير  
أ. جاسم خالد السعدون  
أ. خليل علي حيدر  
د. علي زيد الزعبي  
أ. د. فريفة محمد العوضي  
أ. د. ناجي سعود الزيد

مديرة التحرير  
شروق عبدالحسين مظفر  
a.almarifah@nccalkw.com

سكرتيرة التحرير  
عالية مجيد الصراف

---

ترسل الاقتراحات على العنوان التالي:  
السيد الأمين العام  
للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب  
ص. ب. 28613 - الصفاة  
الرمز البريدي 13147  
دولة الكويت  
تليفون: 22431704 (965)  
فاكس: 22431229 (965)  
[www.kuwaitculture.org.kw](http://www.kuwaitculture.org.kw)

---

التنفيذ والإخراج والتنفيذ  
وحدة الإنتاج في المجلس الوطني

---

ISBN 978 - 99906 - 0 - 452 - 8

---

رقم الإيداع (2015/258)

---



العنوان الأصلي للكتاب

# The Future Six Drivers of Global Change

By  
Al Gore

Copyright © 2013. Albert Gore, Jr.  
All rights reserved.

طُبو من هذا الكتاب ثلاثة وأربعون ألف نسخة

---

رجب 1436 هـ - مايو 2015

---

المواد المنشورة في هذه السلسلة تعبر  
عن رأي كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس

# المحتوى

9 الفصل الرابع:  
النمو

83 الفصل الخامس:  
إعادة اكتشاف الحياة والموت

177 الفصل السادس:  
الحافة

279 الفصل السابع:  
الخاتمة

295 شكر وتقدير

299 الهوامش

393 البيلوغرافيا





## النمو

النمو السريع للحضارة البشرية - في  
تعداد السكان، وقوة التكنولوجيا، وحجم  
الاقتصاد العالمي - يتصادم مع الاقتراب من  
حدود منابع الموارد الطبيعية الرئيسة التي  
تعتمد عليها حياة مليارات البشر، بما في  
ذلك الأراضي الزراعية والمياه العذبة. ويُضِرُّ  
هذا النمو أيضا بشكل خطير سلامة النظم  
الإيكولوجية الكونية الحاسمة. ومع ذلك، فإن  
«النمو»، بالطريقة الغربية والانهازمية التي  
نعرفه فيها، لا يزال الهدف الأساسي والمهيمن  
تقريبا على معظم السياسات الاقتصادية  
الوطنية والعالمية والخطط التجارية لمعظم  
الشركات تقريبا.

تعتمد وسيلتنا الرئيسة لقياس النمو  
الاقتصادي - الناتج المحلي الإجمالي GDP -  
على حسابات عبثية تستبعد تماما أي اعتبار  
لتوزيع الدخل، والاستنزاف الجامح للموارد

«السبب في تعذر التنبؤ بالذروة  
التي سيصل إليها عدد سكان  
العالم، والسبب في تفاوت معدل  
التقديرات حول ذلك بنسبة  
خمسة مليارات نسمة، يعود إلى  
صعوبة التكهّن أصلا بعدد الأطفال  
الذي تفضل المرأة العادية إنجاب  
خلال العقود القليلة المقبلة»

الأساسية، والتفريغ الأرعن لكميات عجيبة من النفايات الضارة في الغلاف الجوي، والمحيطات، والأنهار، والتربة، والمحيط الحيوي .

كان نمو الناتج المحلي الإجمالي يُستخدم للربط بين زيادة عدد الوظائف وحجم متوسط الدخل الفردي. خلال سنوات ما بعد الحرب العالمية الثانية، وعندما كان نموذج الرأسمالية الديمقراطية الأمريكي ينتشر، كان يعتقد عديد من الخبراء أن الناتج المحلي الإجمالي هو أبسط وأدق مقياس لمعرفة ما إذا كانت السياسة الاقتصادية تسير في الاتجاه الصحيح. ولكن حتى في ذلك الوقت، حذر الخبير الاقتصادي الذي جاء بفكرة الناتج المحلي الإجمالي في العام 1937، سيمون كوزنتس، من أن ذلك يعتبر تبسيطا مبالغاً فيه وخطيراً ضمناً ومن شأنه أن يكون مضللاً وعرضة «للوهم وسوء التقدير» لأنه لم يأخذ بعين الاعتبار «التوزيع الفردي للدخل» أو «مجموعة متنوعة من التكاليف التي يجب أن تؤخذ في الحسبان»<sup>(1)</sup>.

في القرن الحادي والعشرين، ولا سيما منذ ظهور شركة الأرض، تدفع السياسات الرامية إلى تعظيم الناتج المحلي الإجمالي العالمي نحو مزيد من تركيز الثروة والسلطة، ومزيد من عدم المساواة في الدخل، ومعدلات مرتفعة للبطالة طويلة الأجل، ومزيد من الديون العامة والخاصة، ومزيد من عدم الاستقرار الاجتماعي والجيوسياسي، وتقلبات أكبر في الأسعار في السوق، ومزيد من التلوث، وما يشير إليه علماء الأحياء باسم «الانقراض الأعظم السادس». بعض هذه الآثار السلبية تُحسب في الواقع كنتائج إيجابية في التعريف الغريب في مضمونه للنمو الذي مازلنا نستخدمه كبوصلة نستدل بها. فالاتجاه الذي ستعطينا إياه هذه البوصلة يوصلنا مباشرة إلى شفير الهاوية.

يَعكُس فشل العالم الذريع في الاعتراف بالخطر المحدق بمستقبل الحضارة - ومهملات التغيير - غياب القيادة العالمية المنسجمة والخلل في توازن السلطة، مع هيمنة الضرورات الملحة لشركة الأرض على عملية صنع القرار على حساب الديمقراطية التشاركية. على الرغم من أن نمو الناتج المحلي الإجمالي لم يعد يعمل على زيادة الازدهار أو خلق الشعور بالرفاهية لدى الشخص العادي، فإنه لا يزال مرتبطاً بدخول النخب.

الجمع بين شركة الأرض والعقل العالمي يزود الآن النخب بالقدرة المعززة على اختلاق الموافقة على القرارات السياسية التي تخدم مصالحها بدلا من خدمة

المصلحة العامة - وتؤمن للشركات القدرة المعززة على توليد الرغبات نحو زيادة استهلاك السلع والمنتجات المصنّعة. والنتيجة هي ارتفاع مستويات الاستهلاك عند كل فرد، مع التأثير المتعاظم بسبب الزيادات المستمرة في تعداد السكان. سوف يزداد عدد أفراد الطبقة الوسطى العالمية بنسبة خيالية تصل إلى ثلاثة مليارات نسمة، وذلك في غضون السنوات السبع عشرة المقبلة فقط<sup>(2)</sup>. وعملة الثقافة في التلفزيون والإنترنت تربط طموحاتهم نحو مستويات معيشة لا تعكس المستويات الموجودة في البلدان المجاورة بعد الآن، وإنما تعكس المستويات المعيشية السائدة في الدول الأكثر ثراء<sup>(3)</sup>. وهذا هو أحد الأسباب التي تقف وراء تجاوز نمو استهلاك الفرد من الطعام، والماء، واللحوم، والسلع، والسلع المصنّعة، لمعدل النمو في عدد السكان في العالم<sup>(4)</sup>.

شركة الأرض - وتأثيرها في النظم الإيكولوجية ومخزون الموارد الأساسية - يقودهما هذا الجمع بين تزايد عدد السكان الهائل والارتفاع المتفاقم في معدلات الاستهلاك لدى كل فرد. الأيديولوجية التي تُحرّكها الإعلانات التجارية السائدة في العقل العالمي تربط زيادة السعادة بزيادة الاستهلاك. وهذا بالطبع مفهوم خاطئ، تماماً مثل المفهوم القائل بأن نمو الناتج المحلي الإجمالي سيجلب مزيداً من الازدهار. النزعة للخلط ما بين زيادة الاستهلاك التجاري وزيادة السعادة كانت هي موضوع الرسالة التي أرسلها توماس جيفرسون إلى جورج واشنطن في أوائل العام 1784: «يتحول العالم برمته ليصبح تجارياً. فإن كان من الممكن عملياً أن نبقى إمبراطوريتنا الجديدة منفصلة عنهم، يجدر بنا أن نؤمن التفكير فيما إذا كانت التجارة تسهم في سعادة البشرية. ولكن لا يمكن أن نفصل أنفسنا عنهم. فالمواطنون لدينا تمتعوا بالمذاق الغني لوسائل الراحة التي تقدمها الفنون والمصنوعات لدرجة لا يمكن معها حرمانهم من الاستفادة منها»<sup>(5)</sup>.

لن يُصاب جيفرسون بالدهشة من الأبحاث الكثيرة الأخيرة في أسباب السعادة، مما يدل على أن الولايات المتحدة قد ضاعفت الناتج الاقتصادي ثلاث مرات على مدار نصف القرن الماضي من دون تحقيق أي مكاسب تُذكر في سعادة عامة الناس أو في شعورهم بالرفاه<sup>(6)</sup>. جرى التوصل إلى نتائج مماثلة في بلدان أخرى ذات استهلاك عال. بعد تلبية الاحتياجات الأساسية، فإن الدخول العالية تؤدي إلى مكاسب على

صعيد السعادة إلى نقطة معينة فقط، لا يمكن بعدها لأي زيادة في الاستهلاك أن تعزز الشعور بالرفاه<sup>(7)</sup>.

الأثر التراكمي لارتفاع نصيب الفرد من الاستهلاك، والنمو السكاني السريع، والهيمنة البشرية على كل النظم الإيكولوجية، وفرض التغيرات البيولوجية السائدة في جميع أنحاء العالم، ولدت احتمالا حقيقيا للغاية، وفقا لدراسة أجراها اثنان وعشرون عالما بيولوجيا وبيثيا بارزا في العام 2012 في مجلة «الطبيعة»، بأن نصل قريبا إلى «نقطة تحوّل خطيرة على نطاق الكوكب»<sup>(8)</sup>. وفقا لأحد المؤلفين المشاركين في الدراسة، جيمس هـ براون: «لقد خلقنا هذه الفقاعة الهائلة من السكان والاقتصاد. فإن كنت تحاول الحصول على بيانات جيدة وإجراء العملية الحسابية، فالأمر غير محتمل على الإطلاق. فلما أن يجري تفريغ الفقاعة من الهواء برفق، أو أنها ستنفجر»<sup>(9)</sup>.

في الحكاية الرمزية للطفل الذي كان يطلق صيحات التحذير من خطر هجوم الذئب التي اتضح أنها كانت كاذبة، خلّفت نوعا من التساهل لدى الناس إلى درجة أنهم تجاهلوا صيحات التحذير بالخطر لاحقا التي كانت حقيقية في تلك المرة. التحذيرات السابقة من أن البشرية كانت على وشك أن تواجه قيودا قاسية على قدرتها على الاستمرار في تحقيق مزيد من النمو كانت غالبا ما تعتبر تحذيرات كاذبة: من تحذيرات توماس مالثوس حول النمو السكاني في نهاية القرن الثامن عشر إلى كتاب «حدود النمو» الذي نشرته في العام 1972 دونيلا ميدوز، وغيرهما. نقاوم فكرة أنه قد تكون هناك حدود لمعدل النمو الذي تعودنا عليه - ويتمثل أحد أسباب ذلك في أن التكنولوجيات الجديدة مكنتنا في كثير من الأحيان من أن نصبح أكثر كفاءة في إنتاج الكثير بموارد أقل، واستبدال احتياطي الموارد الشحيحة بموارد جديدة. ومع ذلك، فإن بعض الموارد التي نعتمد عليها أكثر من أي شيء آخر، بما في ذلك التربة السطحية (وبعض العناصر الأساسية، مثل الفوسفور للأسمدة)، ليس لها بدائل وهي تمر بمرحلة نضوب.

### ضغوط أكبر وقيود أوضح

في كل قارة، يضع السكان والاقتصاد مطالب جديدة لمزيد من الطعام، والمياه العذبة، والطاقة، والسلع بجميع أنواعها، والمنتجات المصنّعة. وما يدعو إلى القلق



أنه عبر السنوات العشر الماضية، كانت هناك عدة مؤشرات تبين أننا وصلنا إلى الحدود المادية الحقيقية لهذه الموارد.

ارتفعت أسعار المواد الغذائية العالمية بحدّة لتصل إلى مستويات قياسية على الإطلاق في العام 2008 ومرة أخرى في العام 2011<sup>(10)</sup>. في كل مرة، كانت تحدث أعمال شغب واضطرابات سياسية في عدة بلدان بسبب غلاء المواد الغذائية<sup>(11)</sup>. المياه الجوفية المهمة في الطبقات الصخرية المائية بدأت تنضب بمعدلات لا يمكن تحملها - لاسيما في شمال الصين، والهند، وغرب الولايات المتحدة الأمريكية<sup>(12)</sup>. مناسب المياه الجوفية تنخفض في البلدان التي يعيش فيها 50 في المائة من سكان العالم<sup>(13)</sup>. تآكل التربة السطحية وفقدان خصوبة التربة التي لا يمكن تحملها تُنقص غلال المحاصيل الزراعية في العديد من مناطق زراعة المحاصيل الغذائية المهمة<sup>(14)</sup>. وقد ارتفعت أسعار جميع السلع تقريبا في الاقتصاد العالمي في وقت واحد في السنوات الإحدى عشرة الأخيرة<sup>(15)</sup>. بعد التراجع المستمر طوال القرن العشرين بمتوسط قدره 70 في المائة - مع التقلبات المتوقعة في فترة الكساد الأعظم، وفترة الكساد ما بعد الحرب العالمية الأولى، والحربين العالميتين، وصدمات أسعار النفط في العامين 1973 و1979، كل تلك التخفيضات في الأسعار ذهبت أدراج الرياح مع الزيادات في الأسعار التي حصلت بين عامي 2002 و2012 - وهي زيادات أكبر من تلك التي رافقت الحرب العالمية الأولى أو الثانية<sup>(16)</sup>.

من بين السلع التي ارتفعت أسعارها بسرعة أكبر من غيرها ركاز الحديد، والنحاس، والفحم الحجري، والذرة والفضة، والذرة البيضاء (السّرغوم)، والبالاديوم (العنصر السادس والأربعون)، والمطاط، وبذور الكتان، وزيت النخيل، وفول الصويا، وزيت جوز الهند، والنيكل. حذّر أحد المستثمرين النافذين، جيرمي غرانثام، من أن تنامي الطلب على السلع سيولّد خطر وصولنا قريبا إلى حدود «الذروة في كل شيء»<sup>(17)</sup>.

سبب هذه الزيادات المستمرة في غلاء الأسعار هو زيادة الطلب التي تعكس زيادة عدد السكان، والأهم من ذلك، أنها تعكس الارتفاع الحاد في مستويات الاستهلاك للفرد الواحد. وقد ثبتت صحة ذلك لاسيما في الصين والاقتصادات الناشئة الأخرى التي كانت معدلات نموها (منذ منتصف تسعينيات القرن العشرين) أسرع بثلاث مرات على الأقل من تلك الموجودة في العالم الصناعي<sup>(18)</sup>. الصين، على وجه

الخصوص، تستهلك الآن أكثر من نصف الإسمنت في العالم، وما يقرب من نصف مجموع ركاز الحديد في العالم، والفحم، وحديد الزهر (الصب)، والصلب (الفولاذ)، والرصاص - ونحو 40 في المائة<sup>(19)</sup> من الألمنيوم والنحاس.

تقوم الصين حالياً بتصنيع ما يقرب من ربع منتوج العالم السنوي من السيارات<sup>(20)</sup>. أكبر الشركات المصنّعة للسيارات في الولايات المتحدة، وهي شركة جنرال موتورز، تبيع الآن سيارات في الصين أكثر مما تبيع في البلد الأم<sup>(21)</sup>. في السنوات الأربعين الماضية، تضاعف عدد السيارات والشاحنات الموجودة في العالم أربع مرات من 250 مليون عربة إلى أكثر بقليل من مليار في العام 2013<sup>(22)</sup>. ومن المتوقع أن يتضاعف عدد السيارات والشاحنات في العالم مرة أخرى في الأعوام الثلاثين المقبلة<sup>(23)</sup> - مما سيؤدي إلى استهلاك غير مسبوق للنفط. إنتاج السيارات في البلدان النامية والاقتصادات الناشئة سوف يتجاوز الإنتاج في البلدان المتقدمة بحلول العام 2015، وحجم مبيعات السيارات في البلدان نفسها سوف يتجاوز حجم المبيعات في الاقتصادات المتقدمة بحلول العام 2020، وذلك وفقاً لوكالة الطاقة الدولية (IEA)، التي وجدت أيضاً أن «كل النمو الصافي»<sup>(24)</sup> [في سيناريو وكالة الطاقة الدولية، الذي يفترض أنه ستوضع السياسات الجديدة المقترحة للحد من الانبعاثات حيز التنفيذ] يأتي من قطاع النقل في الاقتصادات الناشئة.

في غضون العامين الماضيين، كانت هناك بعض المؤشرات على أن مستويات الاستهلاك في الولايات المتحدة الأمريكية - التي لاتزال الأعلى في العالم - وفي غيرها من البلدان المتقدمة قد تتباطأ، وفي بعض الحالات قد تبلغ ذروتها<sup>(25)</sup>. يعتقد بعض المتفائلين أنه نتيجة لذلك، فإن المخاوف إزاء استمرار معدلات النمو المرتفعة قد تكون مخاوف مبالغاً فيها. ومع ذلك، حتى إن تراجع استهلاك المليار نسمة الذين يعيشون في البلدان المتقدمة، فمن المؤكد أنه لا يزال بعيداً عن التحقق بالنسبة إلى ما يخص المليارات الستة الأخرى. إذا ما استمرت بقية دول العالم في شراء السيارات والشاحنات بالمعدل نفسه للفرد الواحد، كما هي الحال في الولايات المتحدة، فإن حجم السيارات والشاحنات الموجودة في العالم سيصل إلى 5.5 مليار مركبة<sup>(26)</sup>. التلوث الناجم عن الاحتراق العالمي واستهلاك النفط سوف يزداد إلى درجة تتجاوز المستويات الحالية التي لا تُطاق. ومع تزايد عدد السكان وارتفاع

مستويات المعيشة في البلدان النامية، سيستمر الضغط على الموارد المحدودة، حتى إن خفّضت الاستعانة الخارجية بالعمالة والروبوتات من الطلب الاقتصادي الكلي في البلدان المتقدمة.

تقريبا في الفترة نفسها التي نُشر فيها كتاب «حدود النمو»، كان إنتاج النفط في الولايات المتحدة قد تجاوز معدلات الذروة. قبل ذلك بسنوات، جمع عالم جيولوجي مرموق، وهو مارلون كينغ هوبرت، بيانات ضخمة على إنتاج النفط في الولايات المتحدة، وقدّر أنه بلوغ الذروة الثابتة سيتحقق بعد فترة وجيزة من حلول العام 1970. على الرغم من أن توقعاته رُفضت على نطاق واسع، تحققت ذروة الإنتاج في الوقت الذي توقع حدوثها فيه بالضبط. لقد أحرزت تقنيات تنقيب وحفر واستخلاص النفط تقدما ملموسا منذ ذلك الحين، وقد يرتفع إنتاج النفط في الولايات المتحدة قريبا ليصل إلى درجة أعلى بقليل من ذروة العام 1970<sup>(27)</sup>، ولكن الإمدادات الجديدة ذات تكلفة أكبر بكثير من السابق.

تحول ميزان القوى الجيوسياسية بشكل طفيف بعد المرحلة المهمة للعام 1970. بعد أقل من سنة من إنتاج النفط ذروته في الولايات المتحدة، بدأت منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) في استعراض عضلاتها، وبعد ذلك بعامين، في خريف العام 1973، فرضت الدول العربية الأعضاء في منظمة أوبك أول حظر على تصدير النفط<sup>(28)</sup>. ومنذ تلك السنوات المضطربة عندما وصل إنتاج النفط إلى ذروته في الولايات المتحدة، وتضاعف استهلاك الطاقة في جميع أنحاء العالم، ومعدلات النمو في الصين وغيرها من الأسواق الناشئة تُنذر بمزيد من الارتفاع الخطير<sup>(29)</sup>.

على الرغم من تراجع استخدام الفحم الحجري في الولايات المتحدة، وتوقف عمل محطات التوليد التي تسيّر بالفحم بشكل تدريجي في الكثير من البلدان المتقدمة الأخرى كذلك، ازدادت واردات الصين من الفحم الحجري بالفعل<sup>(30)</sup> حتى وصلت إلى 60 ضعفا على مدى العقد الماضي - وسوف تتضاعف مرة أخرى بحلول العام 2015<sup>(31)</sup>. حرق الفحم في معظم بقية العالم النامي يتواصل أيضا ويزداد بشكل ملموس. ووفق وكالة الطاقة الدولية، سوف تستأثر الأسواق النامية والناشئة بكل صافي الزيادة العالمية من استهلاك الفحم والنفط على مدار العقدين المقبلين من الزمن<sup>(32)</sup>.

التنبؤ بذرورة النفط العالمية هو أمر مثير للجدل، وذلك يعود بشكل كبير إلى عدم اليقين حول حجم الاحتياطيات التي لم تكتشف بعد في أعماق قاع المحيط في المناطق التي يتعذر الوصول إليها، والمصادر غير التقليدية كتلك الموجودة في رمال القطران غير النظيفة بشكل استثنائي في كندا، والنفط الثقيل الغني بالكربون في فنزويلا، وموارد النفط المحدودة التي اكتُشفت في تشكيلات الصخور الزيتية القارية العميقة. يتوقع بعض الخبراء أن يجري قريباً إنتاج أكبر احتياطيات نفطية جديدة في الولايات المتحدة باستخدام ذات تقنيات التكسير الهيدرولي الغزيرة بالمياه (التي تسمى بشكل شائع بعملية التكسير Fracking) - المترافقة مع عمليات الحفر الأفقي - التي تُستخدم للاستفادة من الوفرة المكتشفة حديثاً من غاز الصخر الزيتي العميق<sup>(33)</sup>. لكن حتى إن ازدادت الاحتياطيات النفطية بشكل ملموس، فإن الطلب العالمي ينمو بشكل أسرع - وفي أي حال من الأحوال، لا يمكن لأي حضارة عقلانية أن تضيف مزيداً من غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 إلى الغلاف الجوي المُشبع به بشكل كبير فعلياً.

عند المستويات الحالية للنمو<sup>(34)</sup>، من المتوقع الآن أن يتطلب الاقتصاد العالمي 23.5 في المائة زيادة في استهلاك النفط في أقل من خمسة وعشرين عاماً - حتى إن وصلت النفقة الحديثة لزيادة الاحتياطيات إلى مستويات قياسية أعلى من أي وقت مضى، وحتى مع عدم الاستقرار السياسي في أكبر منطقة منتجة للنفط في العالم الذي يُهدد بنشوب الحروب والثورات وتعطل خطوط الإمداد.

يبدو في الواقع أن إنتاج النفط العالمي من الآبار التقليدية على الأرض قد وصل إلى ذروته قبل أكثر من ثلاثين عاماً<sup>(35)</sup>. وكان نمو إنتاج النفط منذ العام 1982 من أكثر المصادر البرية<sup>(36)</sup> غير التقليدية تكلفة، وخاصة تلك البعيدة عن الشاطئ، حيث يكون الإنتاج في آبار تقع في أعماق البحار وتكون محفوفة بالمخاطر - مثل بئر ديب ووتر هورازيون (ماكوندو) التابع لشركة النفط والغاز البريطانية BP الواقع في خليج المكسيك. الآن، يجري نشر تكنولوجيا الحفر نفسها في المياه العميقة المعرضة للحوادث من دون مبالاة في المحيط المتجمد الشمالي والقاسي والهش بينياً<sup>(37)</sup>. ومع الأسف، فإن شركات النفط تمارس ضغوطاً سياسية كبيرة لإنتاج النفط من رمال القطران الغنية بالكربون بشكل استثنائي، الأمر الذي سيجعل مشكلة الاحتراز العالمي أسوأ بكثير مما هي عليه الآن.



تُنتج الاحتياطات المتوقعة في هذه المصادر غير النظيفة، إضافة إلى الاحتياطات العميقة تحت قاع المحيط، نفطاً أعلى بكثير مما كان متوافراً في العالم سابقاً<sup>(38)</sup>. حتى إن لم نصل إلى ذروة إنتاج النفط العالمية في المستقبل القريب، فمن المرجح أن تظل الأسعار التي ندفعها لقاء الحصول على النفط أعلى بشكل دائم من تلك الأسعار التي تعودناها خلال القرن ونصف القرن الذي استمتعنا على مداره باستغلال احتياطات النفط الأرخص سعراً والأسهل في الاستخلاص.

وقد كان لأسعار النفط العالية هذه تأثير كبير بالفعل على أسعار المواد الغذائية لأن الزراعة الصناعية الحديثة تستهلك كميات هائلة من وقود الديزل للتنقل، ومن غاز الميثان المحبوس بشكل رديء لنسبة 90 في المائة من تكاليف الأسمدة التي تستخدمها<sup>(39)</sup>. وفقاً للمؤلف والأستاذ في جامعة بيركلي مايكل بولان: «يتطلب إنتاج سعرة حرارية واحدة من الطعام أكثر من سعرة واحدة من طاقة الوقود الأحفوري»<sup>(40)</sup>. ولا عجب من أن يواصل الطلب على كل من النفط والمواد الغذائية ارتفاعه الحاد، لاسيما في الاقتصادات الناشئة سريعة النمو. تأثير ارتفاع أسعار المواد الغذائية هو أعمق إلى حد كبير في البلدان النامية، حيث تنفق الأسر ذات الدخل المحدود ما بين 50 و70 في المائة من دخلها على المواد الغذائية<sup>(41)</sup>.

على الرغم من الزيادات المؤثرة في إنتاج المواد الغذائية في نصف القرن الماضي، وعلى الرغم من التحذيرات السابقة لأوانها في القرون الماضية بأن الإنسانية قد بلغت الحدود القصوى في قدرتها على توفير مزيد من الغذاء لمزيد من الناس، يُجمَعُ العديد من الخبراء تقريباً في الإشارة إلى التهديدات العديدة التي تواجه قدرة العالم على توسيع احتياطات المواد الغذائية:

• تآكل التربة الخصبة للأراضي الزراعية بمعدلات غير مُستدامة؛

فخسارة كل شبر من التربة الخصبة تؤدي إلى إنقاص منتج الحبوب بنسبة 6 في المائة<sup>(42)</sup>؛

• فقدان خصوبة التربة؛ كل تخفيض للمادة العضوية في التربة

بنسبة 50 في المائة يقلل الكثير من غلال المحاصيل بنسبة 25 في المائة<sup>(43)</sup>؛

• زيادة تصحر المراعي<sup>(44)</sup>؛

• زيادة التنافس على المياه الزراعية من المدن والصناعة، علماً أنه من المتوقع أن تحتاج الزراعة إلى زيادة قدرها 45 في المائة من المياه<sup>(45)</sup> بحلول العام 2030؛

• تباطؤ معدل مكاسب الإنتاجية الزراعية منذ الثورة الخضراء في النصف الثاني من القرن العشرين - من 3.5 في المائة سنوياً قبل ثلاثة عقود إلى ما يفوق الواحد في المائة بقليل<sup>(46)</sup> الآن؛

• زيادة مقاومة الآفات والأعشاب الضارة وأمراض النباتات للمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب، والمواد الكيميائية الزراعية الأخرى؛

• فقدان كمية كبيرة من التنوع الجيني النباتي المتبقي في العالم؛ فقد فقد بالفعل ما يقارب ثلاثة أرباع التنوع الجيني النباتي برمته<sup>(47)</sup>؛

• ثمة خطر متزايد من حظر التصدير من كبار الشركات المنتجة لمواجهة ارتفاع الأسعار المحلية الخاصة بها؛ وفقاً لمجلس العلاقات الخارجية، تظهر بيانات برنامج الغذاء العالمي التابع للأمم المتحدة أن «أكثر من أربعين دولة فرضت في العام 2008 شكلاً من أشكال حظر التصدير في مسعى منها لزيادة الأمن الغذائي المحلي»<sup>(48)</sup>؛

• أمطار غير طبيعية ويصعب التنبؤ بها لهطول الأمطار المرتبطة بظاهرة الاحترار العالمي - التي تؤدي إلى هطول أمطار أكثر غزارة ولكن بوتيرة أقل<sup>(49)</sup>، والتي تقطع الفترات الأطول من الجفاف الأعماق؛

• التأثير الوشيك لموجة الحر الكارثية على المحاصيل الغذائية المهمة التي لا يمكن أن تنجو في ظل ارتفاع درجة الحرارة العالمية المتوقعة بمعدل 6 درجات مئوية (11 درجة فهرنهايت)؛ يتوقع الخبراء أن كل ارتفاع في الحرارة بنسبة درجة مئوية واحدة يسبب تراجعاً في إنتاج المحاصيل الزراعية قدره 10 في المائة<sup>(50)</sup>؛

• تزايد استهلاك المواد الغذائية، المدفوع من جانب كل من النمو السكاني، نمو نصيب الفرد من الاستهلاك، والتفضيل العالمي المتزايد على الاستهلاك الكثيف لمورد اللحوم<sup>(51)</sup>؛

• تحويل مزيد من الأراضي الزراعية من المحاصيل الغذائية إلى المحاصيل المناسبة للوقود الحيوي<sup>(52)</sup>؛

• تبديل الأراضي الزراعية بالتوسع العمراني للمدينة والضواحي<sup>(53)</sup>.

نحن نعلم مسبقاً أن النقص الحاد في المواد الغذائية، والأراضي الخصبة، والمياه العذبة في البلدان ذات الكثافة السكانية المتزايدة يمكن أن يؤدي إلى انهيار كامل للنظام الاجتماعي وزيادة حادة في العنف. وقد أظهرت الدراسات بشكل قاطع أن هذا المزيج القاتل كان أحد الأسباب الرئيسة في فترة السنوات التي أدت إلى عمليات الإبادة الجماعية التي دامت 100 يوم في رواندا في العام 1994، التي كانت في ذلك الوقت واحدة من البلدان الخمسة الأعلى في العالم بالنسبة إلى معدلات النمو السكاني، مع 67 في المائة من شعبها تحت سن الرابعة والعشرين<sup>(54)</sup>.

جاريـد دياموند، مؤلف كتاب «الانهيار: كيف تختار المجتمعات الفشل أو النجاح»، كتب قائلاً «رواندا الحديثة تمثل حالة تثبت فيها صحة نظرية «العالم ورجل الدين الإنجليزي» مالثوس في أسوأ سيناريو لها... المشاكل الحادة الناجمة عن التضخم السكاني، والأثر البيئي، وتغير المناخ لا يمكن أن تستمر إلى أجل غير مسمى: فمن المرجح عاجلاً أم آجلاً أن تقوم هذه المشاكل بحل نفسها بنفسها، سواء على الطريقة الرواندية أو بطريقة أخرى ليست من ابتكارنا، إذا لم ننجح في إيجاد حلول لها بأنفسنا»<sup>(55)</sup>.

يخشى العديد من الخبراء الآن من خطر اصطدام العديد من البلدان الكبيرة المنتجة للغذاء - ومن بينها الصين والهند - بحائط مسدود<sup>(56)</sup>. وإن حدث ذلك فعلاً، فإن النقص العالمي في المواد الغذائية وارتفاع الأسعار يمكن أن يكون كارثياً. في ولاية غوجارات، في الهند، ذكر رئيس محطة المياه الجوفية التابعة لمعهد إدارة المياه الدولي، توشار شاه، أزمة المياه الوشيكة في منطقته، إذ قال «عندما ينفجر البالون، ستعم فوضى غير مسبقة»<sup>(57)</sup> معظم أرجاء المناطق الريفية في الهند.

الهند لن تكون الوحيدة. على سبيل المثال، النمو السكاني السريع والاستغلال المفرط الكلي للتربة، والمياه، وغيرهما من الموارد الطبيعية ستسهم في نشوء الفوضى وزيادة التطرف في اليمن. ستتدفق مياه الصنابير في العاصمة صنعاء ليوم واحد فقط من كل أربعة أيام<sup>(58)</sup>. وأحد أسباب ذلك هو نقص المياه وتآكل التربة، وقد تراجع محصول الحبوب أكثر من 30 في المائة في العقود الأربعة الماضية<sup>(59)</sup>. اليمن أصبحت، على حد قول ليستر براون، رئيس معهد سياسة الأرض: «في حالة عجز هيدرولوجي»<sup>(60)</sup>.

## هو المدن

الإخفاق الجماعي في الرؤية الثاقبة للعواقب المستقبلية المرجحة من واقع الحقائق الناشئة بخطوط اتجاه قابلة للقياس بسهولة يعكس أيضا أحد مكامن الضعف المعروفة لدى الإنسان عندما نحاول التفكير في المستقبل. لقد أثبت علماء الأعصاب وعلماء الاقتصاد السلوكي أن لدينا نحن البشر نوعا من الخلل في الدماغ عندما يتعلق الأمر باتخاذ الخيارات في الوقت الحاضر التي تتطلب تقييما للمستقبل. المصطلح العبقري لهذا الخلل في تفكيرنا هو «الإسقاط الاجتماعي من الحساب» - الذي يعني ببساطة أننا ميالون بشكل خطير إلى التقليل الحاد من شأن الآثار المستقبلية للخيارات<sup>(61)</sup> التي نتخذها الآن. هذا الضعف يشكل مشكلة أكبر لنا عندما تكون التغييرات الخاصة التي يتعين تقييمها جزءا من نمط التغيير الأسي - وهو ذلك النوع من التغيير الشائع في عصر شركة الأرض والعقل العالمي - لأننا نشعر بالارتياح أكثر عندما نعتبر أن التغيير هو عملية خطية بطيئة. هناك تغير أسي على وجه الخصوص نشأ عبر الأجيال العديدة الأخيرة ولكننا لم ندرك آثاره السلبية إلا ببطء شديد: وهو التغيير في تعداد السكان العالمي.

خلال القرن الماضي وحده، تضاعف عدد سكان العالم أربع مرات. ومن هذا المنظور، استغرق الأمر 200 ألف سنة ليصل عدد جنسنا البشري إلى حد المليار نسمة، بيد أننا زدنا عدد السكان بالقدر نفسه في غضون السنوات الثلاث عشرة الأولى من هذا القرن. في السنوات الثلاث عشرة المقبلة، سوف نضيف مليارا آخر، ومليارا آخر أيضا بعد أربعة عشر عاما - ليصل العدد الكلي إلى تسعة مليارات نسمة بحلول منتصف هذا القرن. ففي غضون سبعة وثلاثين عاما فقط، سوف ينمو عدد السكان إلى رقم يساوي مجموع تعداد سكان العالم في بداية الحرب العالمية الثانية. وأكثر من 95 في المائة من الإضافات الجديدة في عدد السكان سيكون في البلدان النامية<sup>(62)</sup>.

وعلاوة على ذلك، فإن نسبة 100 في المائة من صافي هذه الزيادة الضخمة في عدد سكان العالم ستحدث في المدن<sup>(63)</sup>، مع أكبر الزيادات في المدن الكبيرة. وبشكل عام، سيتجاوز عدد قاطني المدن في العالم المجموع الكلي للسكان الذي كان في بداية تسعينيات القرن العشرين<sup>(64)</sup>. في الواقع، لقد زاد عدد سكان المدن الكبرى سابقا بمقدار عشرة أضعاف على مدى السنوات الأربعين الماضية<sup>(65)</sup>. في هذه الفترة من التحضر



المفرط، سوف تشهد المدن التي يقل عدد سكانها عن مليون نسمة انخفاضا في حصتها من تعداد سكان المناطق الحضرية في العالم<sup>(66)</sup>. وهذا هو الاتجاه الجديد الذي أدهش خبراء السكان، الذين لاحظوا أن ذلك هو انعكاس لأنماط التحضر الماضية.

هذا التحول التاريخي للحضارة الإنسانية من نمط يغلب عليه الطابع الريفي إلى نمط يغلب عليه الطابع الحضري له مضاعفات مهمة على تنظيم المجتمع والاقتصاد. وهذا الاتجاه هو من القوة بمكان بحيث إنه حتى مع الزيادة الهائلة في عدد السكان الكلي الجارية الآن، فإن تعداد سكان الريف قد استقر، ومن المتوقع أن ينخفض بشكل ملحوظ ابتداء من العقد المقبل.

مرة أخرى، ولوضع الأمور في نصابها: على مدار جميع الألفيات العشر تقريبا منذ أن بُنيت أولى المدن، لم يعيش في المناطق الحضرية أكثر من 10 إلى 12 في المائة من السكان<sup>(67)</sup>. في القرن التاسع عشر، بدأت الثورة الصناعية بزيادة عدد السكان في المناطق الحضرية، ولكن النسبة كانت لاتزال 13 في المائة فقط في بداية القرن العشرين<sup>(68)</sup>. بحلول عام 1950، ما يقرب من ثلث العالم أصبح يعيش في المدن<sup>(69)</sup>، واعتبارا من عام 2011، ولأول مرة، أكثر من نصف البشر أصبح يعيش في المدن. وبالفعل، فإن أكثر من 78 في المائة من الناس في البلدان المتقدمة يعيشون في المدن، وبحلول عام 2050 من المتوقع أن يرتفع هذا العدد إلى 86 في المائة، مع وجود 64 في المائة من السكان يعيشون في المدن في البلدان الأقل تقدما<sup>(70)</sup>.

قبل أربعين عاما، كان يقطن في اثنتين فقط من مدن العالم، نيويورك وطوكيو، 10 ملايين نسمة؛ في عام 2013، سيكون هناك 23 مدينة يقطنها عدد سكان يفوق هذا الرقم<sup>(71)</sup>. وبحلول عام 2025، ستمتد سبع وثلاثون من هذه المدن الضخمة في جميع أنحاء الكرة الأرضية<sup>(72)</sup>. هذا الحجم الجغرافي المطلق للمدن وتوسعها السريع إلى المناطق الريفية المحيطة بها التي كانت في الأساس أراضي زراعية يشكل أيضا تحديا في العديد من الدول. الزحف العمراني للمدن يتزايد بسرعة أكبر من تزايد عدد السكان - مع زيادة متوقعة ستصل إلى 175 في المائة بين عامي 2000 و2030<sup>(73)</sup>.

المدينة الأسرع نموا بين المدن الضخمة الجديدة هي مدينة لاغوس، في نيجيريا، التي سوف تنمو من 11 مليونا اليوم إلى ما دون 19 مليونا بقليل في العام 2025<sup>(74)</sup>.

كل المدن الخمسة الأسرع نمواً في العالم هي مدن تقع في البلدان النامية. وهذه المدن الأخرى، إضافة إلى لاغوس، هي دكا في بنغلاديش؛ وشينجِن في الصين؛ وكراتشي في باكستان؛ ودلهي في الهند - التي من المتوقع أن يكون عدد سكانها ما يقرب من 33 مليون نسمة بحلول عام 2025<sup>(75)</sup>. أكبر المدن الضخمة اليوم، وهي طوكيو، يقطنها أكثر من 37 مليون نسمة، ويتوقع أن ينمو هذا العدد ليصل إلى 38.7 مليون نسمة بحلول عام 2025. وبحلول عام 2050، فإن ما يقارب 70 في المائة من سكان العالم سيكونون من قاطني المدن<sup>(76)</sup>.

أحد التحديات التي يخلقها التحضر المفرط يكمن في مدى قدرة الحكومات البلدية على توفير السكن اللائق، والمياه العذبة، والصرف الصحي، وغيرها من الاحتياجات الأساسية. يعيش أكثر من مليار نسمة في العالم في الأحياء الفقيرة اليوم، أي ما يقرب من واحد من بين كل ثلاثة سكان في المدن<sup>(77)</sup>. ومن دون إحداث تغييرات ملموسة في السياسة والحكم، من المتوقع أن يتضاعف عدد سكان الأحياء الفقيرة ليصل إلى ملياري نسمة في غضون السنوات السبع عشرة المقبلة<sup>(78)</sup>. عدد سكان المدن الفقراء - المحددين بأولئك الذين يعيشون على 1.25 دولار أو أقل في اليوم - ينمو بمعدل أسرع حتى من معدل النمو الحضري الكلي<sup>(79)</sup>.

أغلبية الناس الذين ينتقلون إلى المدن - لاسيما في البلدان النامية - يفعلون ذلك من أجل الحصول على دخل أعلى<sup>(80)</sup>. على الرغم من استمرار تزايد التفاوت في الدخل في معظم البلدان، وعلى مقياس عالمي، كان هناك في الوقت ذاته انتقال تاريخي للشعوب من الطبقة الفقيرة إلى الطبقة المتوسطة - لاسيما في آسيا<sup>(81)</sup>. وسوف تقطن الأغلبية العظمى من الطبقة الوسطى العالمية المتنامية في المدن<sup>(82)</sup>.

وبالفعل، فإن أكثر من 80 في المائة من الإنتاج العالمي يحصل في المدن<sup>(83)</sup>. الانبعاثات الكربونية التي يسببها كل فرد من البشر الذين يعيشون في المدن هي أقل من تلك التي يسببها البشر الذين يعيشون في الضواحي، ولكن على الرغم من الكفاءة المحسنة للمدن في استخدام الموارد، فإن معدلات الاستهلاك الإجمالية للفرد الواحد في المدن هي أعلى بشكل ملموس من المعدلات في المناطق الريفية<sup>(84)</sup> - وذلك يعود بشكل أساسي إلى ارتفاع معدلات الدخل.

في السنوات الثلاثين الماضية فقط، تضاعف استهلاك الفرد الواحد من اللحوم<sup>(85)</sup> في البلدان النامية، فيما ارتفع استهلاك البيض خمسة أضعاف. إن تأثير الارتفاع الشديد في استهلاك اللحوم على التربة السطحية، وإزالة الغابات، وموارد المياه العذبة - وإنتاجها لتلوث الاحترار العالمي وأمراض القلب والأوعية الدموية - يتعاضد بفعل عامل آخر أيضا: يتم استهلاك تسعة كيلوغرامات من البروتينات النباتية<sup>(86)</sup> في إنتاج كيلوغرام واحد من بروتين اللحوم.

### الجوع والبدانة

يولد التغيير في النظام الغذائي في جميع أنحاء العالم أيضا وباء البدانة العالمي - وفي أعقابه وباء داء السكري العالمي - على الرغم من أن أكثر من 900 مليون شخص في العالم<sup>(87)</sup> لا يزالون يعانون الجوع المزمن. في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تبدأ العديد من الاتجاهات العالمية، ازداد متوسط وزن المواطن الأمريكي بنحو عشرين رطلا في السنوات الأربعين الأخيرة<sup>(88)</sup>. تتوقع دراسة حديثة أن نصف السكان البالغين في الولايات المتحدة سيعانون السمنة بحلول العام 2030، وسيعاني ربع هؤلاء «السمنة المفرطة»<sup>(89)</sup>.

في الوقت الذي لا يزال فيه الجوع وسوء التغذية مستمرين بمستويات غير مقبولة في مجملها في البلدان الفقيرة في جميع أنحاء العالم (وفي بعض الجيوب داخل البلدان المتقدمة)، لم يلحظ البعض المفارقة في أن السمنة في الوقت ذاته بلغت مستويات قياسية في البلدان المتقدمة وهي في ازدياد في العديد من البلدان النامية. كيف يمكن أن يحصل هذا الأمر؟ حسنا، بادئ ذي بدء، من المشجع أن نرى أن المجتمع الدولي يعمل ببطء ولكن بثبات على تخفيض عدد الناس الذين يعانون الجوع المزمن<sup>(90)</sup>.

ثانيا، وانطلاقا من قاعدة عالمية، وصلت السمنة إلى أكثر من الضعف في السنوات الثلاثين الماضية<sup>(91)</sup>. ووفقا لمنظمة الصحة العالمية، نحو 1.5 مليار من البالغين فوق سن العشرين هم من أصحاب الوزن الزائد، وأكثر من ثلث هؤلاء يصنفون بأنهم بدناء<sup>(92)</sup>. ثلثا سكان العالم يعيشون الآن في البلدان التي يتوفى فيها معظم الناس بسبب أمور تتعلق بالسمنة وزيادة الوزن أكثر مما يتوفون بسبب أمور تتعلق بنقص الوزن<sup>(93)</sup>.

تمثل البدانة أحد العوامل الرئيسة الخطيرة وأحد الأسباب الرئيسة للوفاة في العالم - أمراض القلب والأوعية الدموية، وفي مقدمتها أمراض القلب والسكتة الدماغية - وهي عامل خطر رئيس لداء السكري، الذي أصبح الآن المرض الوبائي العالمي الأول الذي يتعلق بالأمراض غير السارية<sup>(\*)</sup>. الكبار المصابون بداء السكري هم أكثر عرضة على الأرجح ما بين 2 إلى 4 مرات للإصابة بمرض القلب أو السكتة الدماغية، وما يقارب ثلثي أولئك الذين يعانون مرض السكري يموتون إما بسبب السكتة الدماغية أو مرض القلب<sup>(\*\*)(94)</sup>.

الزيادة المأساوية في السمنة بين الأطفال هي أمر مثير للقلق على نحو خاص. يُعاني ما يقرب من 17 في المائة من أطفال الولايات المتحدة السمنة المفرطة هذه الأيام<sup>(95)</sup>، وكذلك ما يقرب من 7 في المائة من جميع الأطفال في العالم<sup>(96)</sup>. تشير إحدى الدراسات القيمة إلى أن 77 في المائة من الأطفال البدناء سوف يعانون السمنة عندما يصبحون بالغين. إذا كان هناك أي أخبار جيدة في آخر الإحصاءات، فهو أن معدل انتشار السمنة في الولايات المتحدة يبدو أنه قد وصل إلى مرحلة استقرار نسبية، علما أن الزيادة في البدانة في مرحلة الطفولة تؤكد أن الوباء سيستمر في النمو في المستقبل، في كل من الولايات المتحدة والعالم على حد سواء<sup>(97)</sup>.

أسباب هذه الزيادة في البدانة بسيطة، أولا - لأن الناس يفرطون في تناول الطعام ولا يمارسون التمارين الرياضية إلا قليلا - وهي أيضا أسباب معقدة، وذلك لأن تصنيع وتسويق المنتجات الغذائية قد تغيرا بشكل كبير. قام الدكتور ديفيد كيسلر، الرئيس السابق لإدارة الغذاء والدواء الأمريكية، بإجراء توثيق على نطاق واسع حول الطريقة التي تقوم بها الشركات المصنعة للمواد الغذائية والمطاعم وسلاسل مطاعم الوجبات

(\*) على الأقل، إنها غير معدية بواسطة نقل المُمْرِضات من شخص إلى آخر؛ تظهر الأبحاث أنها معدية اجتماعيا في الأسر، والمجتمعات، والدول التي يكون فيها بين الناس الذين تلتقيهم عادة الكثير من البدناء وأصحاب الوزن الزائد. (\*\*\*) البدانة هي أيضا عامل خطر رئيس لالتهاب العظام والمفاصل والاضطرابات العضلية الهيكلية الأخرى، وبعض أنواع السرطان - وخاصة سرطان القولون، وسرطان الثدي وبطانة الرحم - والفشل الكلوي. ويقدر خبراء الصحة أن تكلفة علاج هذه الأمراض المرتبطة بالبدانة يستهلك ما يقرب من 10 إلى 20 في المائة من الإنفاق على الرعاية الصحية في الولايات المتحدة كل عام. وعالميا، ما يقرب من 6.4 في المائة من السكان البالغين في العالم مصابون الآن بداء السكري، ومن المتوقع حسب منظمة الصحة العالمية أن ترتفع هذه النسبة إلى 7.8 في المائة في السنوات السبع عشرة المقبلة، لتصل إلى إجمالي قدره 438 مليونا - أكثر من 70 في المائة منهم يعيشون في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط.

السريعة بعناية في مزج الدهون والسكر والملح بنسب دقيقة تصل إلى «درجة الاستساغة في الأكل» - وهذا يعني أنها تعرض أنظمة الدماغ التي تزيد من الرغبة في تناول مزيد من الطعام<sup>(98)</sup>، حتى بعد أن تكون معدتنا ممتلئة. ومن منظور عالمي، فقد وجدت منظمة الصحة العالمية نمطا من الاستهلاك الزائد «للأغذية الغنية بالطاقة التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون والملح والسكريات لكنها منخفضة في نسبة الفيتامينات والمعادن والمغذيات الدقيقة الأخرى»<sup>(99)</sup>.

كما عمل التحضر المفرط على فصل الناس عن المصادر الموثوقة للفواكه الطازجة والخضار<sup>(100)</sup>. السعرات الحرارية الجيدة الموجودة في الفواكه والخضراوات تكلف الآن عشرة أضعاف ما تكلفه السعرات الحرارية لكل غرام واحد في الحلويات والأطعمة الغنية بالمواد النشوية<sup>(101)</sup>. في تقرير لكلية جونز هوبكنز بلومبرغ للصحة العامة، قام أريل تروب بتوثيق الزيادة التي طرأت على أسعار الفواكه والخضراوات الطازجة بين عامي 1985 و2000 وقد وصلت إلى نسبة 40 في المائة، في حين انخفضت أسعار المواد الدسمة بنسبة 15 في المائة، والمشروبات الغازية الغنية بالسكر بنسبة 25 في المائة<sup>(102)</sup>. السعر النسبي، والحد من فرص الحصول على الغذاء الصحي، وزيادة الخمول، والآثار التراكمية لحملات الدعاية الضخمة للمواد الغذائية أسهمت جميعها في انتشار وباء السمنة.

تشير عدة دراسات إلى أن الأحياء التي يقطنها أصحاب الدخل المحدود لديها نسبة أقل من نسبة الأحياء التي تقطنها الطبقة المتوسطة الدخل والطبقة ذات الدخل المرتفع في إمكانية الوصول إلى الأسواق المركزية (محلات السوبر ماركت) التي تبيع مختلف أنواع الفواكه والخضراوات الطازجة، ومن المرجح أنها ستضم سلاسل مطاعم الوجبات السريعة والمحال التجارية الصغيرة التي تبيع أصابع السجق المدخن الطويلة والرفيعة Slim Jims والعبوات الضخمة من المشروبات Big Gulps. الدخل النسبي والوقت والمعرفة اللازمة لإعداد الطعام كلها تؤدي دورا أيضا<sup>(103)</sup>. عندما يتعود الناس على نظام غذائي معين، يصبح من الصعب عليهم تغييره. عندما أدخلت الحكومة الأمريكية الأغذية الصحية في برنامج وجبات الطعام المدرسية في العام 2012، قام الطلاب في عدة مدارس باحتجاجات في وسائل الإعلام الاجتماعية وتخلصوا من الطعام الصحي<sup>(104)</sup>.

في العديد من البلدان، هناك رابط وثيق بين استحداث مطاعم الوجبات السريعة الأمريكية وتصادم معدلات السمنة<sup>(105)</sup>. أحد العوامل التي أدت إلى موجة الزيادة في الوجبات السريعة، والأطعمة المصنّعة، وزيادة أحجام الحصص الغذائية هو التغير التاريخي الذي طرأ على السياسة الزراعية في الولايات المتحدة في سبعينيات القرن العشرين، في الوقت نفسه الذي بدأت فيه معدلات البدانة بالارتفاع. فبدلاً من تعويض المزارعين لسحب الأراضي من الإنتاج، كما كانت الحال منذ مجموعة برامج «الصفقة الجديدة» Deal New التي أقرها الرئيس فرانكلين روزفلت، قامت الحكومة بتقديم المعونات للمزارعين من أجل زراعة أقصى ما يستطيعون زراعته. وتزامن هذا التغيير في السياسة مع التطورات الجديدة في تكنولوجيا الزراعة، بما في ذلك البذور المهجنة ذات الجودة العالية التي كانت ثمرة الثورة الخضراء. وبالتالي، انخفضت أسعار المواد الغذائية بشكل ملموس<sup>(106)</sup>. بنى الدكتور كارسون تشاو، وهو عالم رياضيات يعمل في المعهد الوطني للسكري وأمراض الجهاز الهضمي والكلية، نموذجاً رياضياً يشير بقوة إلى أن التغيرات في السياسة الزراعية الأمريكية ترتبط على وجه التحديد مع متوسط الزيادة في الوزن الكبير والسمنة المتزايدة<sup>(107)</sup>. أدت صناعة الإعلانات التجارية دوراً رئيساً. إحدى سلاسل مطاعم الهمبرغر للوجبات السريعة، على سبيل المثال، استخدمت على نحو شائع في إعلاناتها التلفزيونية فتاة ترتدي ملابس فاضحة كرمز جنسي وهي تغسل سيارة<sup>(108)</sup> بطريقة إيحائية. ميزانية الإعلانات التجارية للسلع الغذائية المصنّعة وسلاسل مطاعم الوجبات السريعة تشكل ثلثي الميزانية المخصصة للسيارات. ومرة أخرى، ربما بدأت هذه الاتجاهات المترابطة في الولايات المتحدة، لكنها انتشرت الآن في جميع أنحاء العالم. يعادل أثر السمنة على موارد العالم أثر إضافة مليار نسمة آخر<sup>(109)</sup> لعدد سكان كوكب الأرض.

### بدايات التسويق الشامل

ارتفاع معدل الاستهلاك في العالم هو ظاهرة جديدة نسبياً، لا يزيد عمرها على قرن من الزمان، وهو اتجاه بدأ أيضاً في الولايات المتحدة. على الرغم من أن الإعلان التجاري الشامل بدأ في الظهور في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، بيد أن معظم المؤرخين يرجعون البداية الحقيقية لثقافة الاستهلاك إلى عشرينيات

القرن العشرين، عندما ظهرت أول وسيلة إلكترونية عامة، وهي الإذاعة، في الولايات المتحدة، إلى جانب أول تداول للمجلات الوطنية وأول عرض للأفلام الصامتة<sup>(110)</sup> في دور السينما. وما هو ملحوظ، أن القروض الاستهلاكية أصبحت أيضا متوافرة على نطاق واسع خلال فترة «العشرينيات المزدهرة» للمساعدة في تمويل المشتريين لشراء منتجات جديدة باهظة الثمن نسبيا مثل السيارات وأجهزة الراديو<sup>(111)</sup>.

الكهرباء، التي كانت تصل إلى أقل من واحد في المائة من منازل الأسر الأمريكية في بداية القرن العشرين، أصبحت متوافرة لدى ما يقرب من 70 في المائة من المنازل الأمريكية في نهاية عشرينيات القرن العشرين<sup>(112)</sup> بدأت تكنولوجيا الإنتاج بالجملة مع أجزاء قابلة للتبديل وأول أشكال الأتمتة (جميعها مؤشرات سابقة لشركة الأرض اليوم) بفصل الإنتاجية عن زيادة فرص العمل وأنتجت سلة وافرة من السلع الاستهلاكية التي ولدت رغبة حقيقية لدى الشركات المصنعة والتجار في الاهتمام بعلم التسويق الشامل حديث النشأة<sup>(113)</sup>. وقد دخلت صناعة الإعلانات التجارية مرحلة جديدة ومختلفة تماما<sup>(114)</sup> في حيز السوق.

في هذه الفترة بخاصة من التاريخ بدأت أفكار سيغموند فرويد تصبح أكثر انتشارا في الولايات المتحدة. كانت الزيارة الأولى لفرويد إلى أمريكا في العام 1909، لتقديم مجموعة من خمس محاضرات حول التحليل النفسي في جامعة كلارك في ورستر، ماساتشوستس، إلى جمهور ضم وليام جيمس (الذي كان تلميذه الشاب، والتر ليبمان، متأثرا إلى حد كبير بأفكار فرويد) وعددا كبيرا من أبرز المثقفين في أمريكا<sup>(115)</sup>. وعلى مدار السنوات العشر اللاحقة، انتشرت الأفكار التي كان يسوقها فرويد - مثل دور اللاشعور في فهم الدوافع البشرية، والتحول النفسي، وغيرهما من أفكار التحليل النفسي - لا سيما في الساحل الشرقي، حيث كانت صناعة الإعلان منتشرة ومستقرة هناك. تأسست جمعية التحليل النفسي الأمريكية بعد عامين من زيارة فرويد<sup>(116)</sup>.

في الوقت الذي انخرطت فيه الولايات المتحدة في الحرب العالمية الأولى في العام 1917، كانت هذه المفاهيم النفسية قد اندرجت في أساليب الإقناع الجماهيري التي كانت تُستخدم خلال الأعمال الحربية. وقد أنشأ وودرو ويلسون لجنة للإعلام العام<sup>(117)</sup>. نجّل شقيق سيغموند فرويد، إدوارد بارنيز، الذي كان من أعضاء هذه اللجنة، إلى جانب والتر ليبمان، الذي كان يكبره بسنتين فقط، والذي كان تأثيره

على بارنيز يضا هي تقريبا تأثير عمه سيغمووند عليه. بعد الحرب، أعرب بارنيز عن دهشته الكبيرة من مدى فعالية وتأثير الدعاية الجماعية وشرع في العمل على استحداث أساليب التسويق الشامل<sup>(118)</sup>.

اخترع بارنيز - المشهور باسم «أبو العلاقات العامة» - في الواقع عبارة «العلاقات العامة» بغية تجنب استخدام كلمة «الدعاية»<sup>(119)</sup>، التي اكتسبت دلالة سلبية في الولايات المتحدة نظرا إلى استخدامها المتكرر في ألمانيا لوصف إستراتيجيتها في التواصل الجماهيري<sup>(120)</sup> خلال الحرب. أحدث بارنيز ثورة في مجال أبحاث التسويق عن طريق التخلص من الأسلوب التقليدي الذي كان سائدا آنذاك بسؤال المستهلكين عن الأشياء التي يحبونها وتلك التي يكرهونها في المنتجات المختلفة. وبدلا من ذلك، أمضى بارنيز وقتا طويلا مع خبراء في التحليل النفسي لصياغة مقابلات معمقة مع الناس مصممة للكشف عن الروابط في عقولهم ما دون الوعي التي قد تكون ذات صلة<sup>(121)</sup> مع تسويق المنتجات والعلامات التجارية. قال شريك بارنيز التجاري، بول مازور: «يجب علينا أن نحول أمريكا من ثقافة الحاجة إلى ثقافة الشهوة... يجب تدريب الناس على الشهوة، من أجل ابتغاء الأشياء الجديدة، حتى قبل أن تُستهلك الأشياء القديمة بالكامل. يجب علينا تشكيل عقلية جديدة. شهوات الإنسان يجب أن تغطي على احتياجاته»<sup>(122)</sup>.

كما كتب بارنيز لاحقا، في العام 1928:

التلاعب الواعي والذي بعادات الجماهير المنتظمة وآرائهم عنصر مهم في المجتمع الديمقراطي. أولئك الذين يتلاعبون بهذه الآلية غير المنظورة للمجتمع يشكلون حكومة خفية تعتبر السلطة الحاكمة الحقيقية لهذا البلد. نحن محكومون، وعقولنا مقبولة، وأذواقنا مرسومة، وأفكارنا مطروحة، في الغالب عن طريق أناس لم نسمع بهم قط. وهذه نتيجة منطقية للطريقة التي يقوم عليها تنظيم مجتمعنا الديمقراطي... في كل عمل نقوم به في حياتنا اليومية تقريبا، سواء في مجال السياسة أو الأعمال التجارية، أو في سلوكنا الاجتماعي أو تفكيرنا الأخلاقي، نحن نخضع لسيطرة عدد ضئيل نسبيا من الأشخاص.... الذين يفهمون العمليات الذهنية والأنماط الاجتماعية للجماهير. إنهم الأشخاص الذين يسكون بمفاتيح التحكم في عقل الجماهير<sup>(123)</sup>.



في واحدة من نجاحاته الأولى، عالج بارنيز إحدى مشاكل موكله، شركة التبغ الأمريكية، وهي: كيف يمكن له كسر المحرمات الاجتماعية ضد تدخين المرأة للسجائر؟ استأجر مجموعة من النساء لارتداء ملابس النساء المطالبات بحق المرأة في الاقتراع والمسير في تشكيل استعراض على طول فيفث ستريت (شارع 5) في مدينة نيويورك في يوم الأحد أول أيام عيد الفصح المجيد في العام 1929. وعندما وصلت النسوة القسم المرتفع من المقاعد المخصصة للصحافة، قامت المطالبات المزيفات بسحب سجائر من علب الدخان التي كانت بحوزتهن، وأشعلنها، واستخدمنها بطريقة تنم عن أنها «مشاعل للحرية». بعد عقود من الزمن، الإعلان الأسطوري للسجائر الذي كان يستهدف النساء - «لقد قطعت شوطا طويلا يا حبيبتي» - كان لا يزال يَستَخدم الربط المبتكر ولكن الفاسد بين التدخين وحقوق المرأة الذي ابتدعه بارنيز<sup>(124)</sup>.

في العام 1927، كتب أحد المستشارين الأمريكيين البارزين في مجال الأعمال، إدوارد كاودريك، أن التحريض على الاستهلاك أصبح أكثر أهمية من الإنتاج: «أصبح العامل أكثر أهمية كمستهلك أكثر منه كمنتج... فواجهه ليس تصنيع وتعددين وإنتاج سلع كافية، وإنما إيجاد ما يكفي من الناس لشراء هذه السلع - هذه هي المشكلة الأساسية للتجارة». ووصف هذه الحكمة التقليدية في الاقتصاد الكلي الجديد باسم «الإنجيل الاقتصادي الجديد للاستهلاك»<sup>(125)</sup>.

لم يكن استخدامه لكلمة «الإنجيل» عرضيا حينها كما يبدو وقع استخدامها اليوم. الصراع بين الرأسمالية والشيوعية اكتسب أهمية جديدة في أعقاب الثورة الناجحة التي قام بها لينين في روسيا قبل ذلك بعشر سنوات وتأسيس اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفيتية. خلال الصراع الطويل بين الرأسمالية والشيوعية في القرن العشرين، كان الافتراض الوحيد في صلب كلتا الأيديولوجيتين، الذي لم يكن حوله شك من كلا الطرفين، هو النمو اللامحدود.

في العام 1926، غامر الرئيس كالفين كوليدج في خطاب له أمام شركات الإعلانات في الدخول إلى المنطقة المقدسة التي وصفها كاودريك بالإنجيل الاقتصادي الجديد: «الإعلان يخدم الجانب الروحي من التجارة. بل هو القوة العظيمة التي وضعت أمانة في أعناقكم والتي تضع على أكتافكم مسؤولية كبيرة في نشر الإلهام والنبيل في العالم التجاري. كل ذلك هو جزء من عمل أكبر من الانبعاث الروحي وخلص<sup>(126)</sup> البشر».

بعد ثلاث سنوات، وقبل شهرين من انهيار سوق الأسهم عام 1929، أصدر خلف كوليدج كرئيس، هربرت هوفر، التقرير الذي أعدته اللجنة الخاصة بالتغيرات الاقتصادية الحديثة، الذي جاء على ذكر الاعتراف بالقوة الجديدة التي يمتلكها علم النفس في مجال التسويق الشامل: «لقد برهن الاستطلاع بشكل قاطع صحة ما كان يُعتقد منذ زمن طويل أنه صحيح من الناحية النظرية فقط، وهو أن الرغبات شرهة إلى درجة لا يمكن إشباعها إلى حد كبير؛ وأنه عند إشباع رغبة ما تنشأ مكانها رغبة جديدة. والنتيجة هي أنه من الناحية الاقتصادية نحن أمام عالم لا حدود له؛ إذ إن هناك رغبات جديدة حالمًا يجري إشباعها ستفسح المجال أمام رغبات أخرى أحدث منها وذلك إلى ما لا نهاية... عن طريق الإعلان وغيره من الوسائل الترويجية، من خلال تقصي الحقائق العلمية، وعن طريق الاستهلاك المُعدَّ بعناية يمكن خلق قوة جاذبة للإنتاج قابلة للقياس... يبدو أنه يمكننا الاستمرار بنشاط زائد»<sup>(127)</sup>.

في ثلاثينيات القرن العشرين، هاجر أحد المحللين النفسانيين الآخرين التابعين لمدرسة فرويد، إرنست ديختر، من فيينا إلى الولايات المتحدة وبدأ العمل على التسويق الشامل. وبإدراكه الكامل مدى شعبية مفاهيم فرويد في ميدان الإعلانات التجارية، أخبر عملاءه المحتملين في جادة ماديسون وول ستريت بأنه لم يكن مجرد «عالم نفس من فيينا» فحسب، وإنما كان يقطن أيضا في الشارع نفسه الذي كان يسكن فيه سيغموند فرويد. وقدم لهم وعودا بأنه يستطيع مساعدتهم على «البيع بشكل أكبر والتواصل بشكل أفضل». ومثل الرئيس كوليدج، كان يرى أهمية التحفيز على مزيد من الاستهلاك الجماهيري كوسيلة لتعزيز الاقتصاد الأمريكي في النضال من أجل ضمان انتصار الرأسمالية. وقال ديختر «يجب على الدوام الاستمرار في إثارة احتياجات ورغبات الناس إلى مدى معين»<sup>(128)</sup>.

وحتمًا، كان للسلطة الجديدة للتسويق الإلكتروني الشامل المستند إلى علم النفس تأثير هائل على مجال الديمقراطية فضلا على تأثيرها في مجال السوق. لطالما تنبأ كل من بارنيز ولييمان بحتمية حدوث ذلك. ولكن في الفترة اليائسة والخطيرة الواقعة بين الحربين العالميتين في أوروبا، وُضعت هذه القوى الجديدة في خدمة الاستبداد. في العام 1922، أصبح جوزيف ستالين الأمين العام للحزب الشيوعي في الاتحاد السوفيتي، وأصبح بنيتو موسوليني رئيس الوزراء الفاشي للحكومة

الائتلافية في إيطاليا. وقبل ستة أشهر، كان أدولف هتلر قد أصبح رئيس الحزب الاشتراكي الوطني في ألمانيا.

بعد خمسة عشر عاما، وبعد صدور قوانين نورمبرغ وافتتاح أول معسكرات الاعتقال، أصيب إدوارد بارنيز بالهلع عندما أخبره شاهد عيان زار برلين أخيرا بأن جوزيف غوبلز كان يستفيد بشكل كبير من كتاب بارنيز حول «الدعاية» في تنظيم عمليات الإبادة الجماعية لهتلر<sup>(129)</sup>.

في الولايات المتحدة، وأيضا في العام 1922، كتب صديق بارنيز وزميل سابق له في زمن الحرب الدعاية، والتر ليبمان، ما يلي:

إن تصنيع القبول... كان من المفترض أن يتلاشى مع ظهور الديمقراطية. ولكنه لم يتلاش. وإنما، في الواقع، تحسن بشكل كبير في أساليبه. ونتيجة للأبحاث النفسية، إلى جانب وسائل الاتصال الحديثة، دخلت الممارسة الديمقراطية منعطفا جديدا. فهناك ثورة في المخاض تفوق بأهميتها بشكل لا محدود أي تحول في القوة الاقتصادية<sup>(130)</sup>... إن معرفة كيفية ابتداء القبول ستغير كل الحسابات السياسية وتعديل كل الفرضيات السياسية... فلم يعد ممكنا، على سبيل المثال، الإيمان بالعقيدة الأصلية للديموقراطية.

كما لوحظ في الفصل السابق من هذا الكتاب، فإن الجمع بين المساهمات المالية السرية غير المحدودة للحملات الانتخابية والتسويق الإلكتروني الشامل المستند إلى علم النفس المكلف للغاية ولكن الفعّال بشكل هذّام يشكل في الواقع تهديدا خطيرا لاستمرار حيوية وسلامة الديمقراطية التشاركية. إذا ما سمحنا للاعتداء الحالي على نزاهة الديمقراطية بالاستمرار، فإن نبوءة ليبمان الظلامية يمكن أن تتحقق؛ إذا كان بمقدور النخب استخدام المال، والسلطة، والإقناع الشامل للسيطرة على سياسات الولايات المتحدة، سيصل الشخص العادي إلى درجة يبدو فيها، على حد تعبير ليبمان، «من غير المعقول على الإطلاق» الاعتقاد بأن أمريكا بلد ديموقراطي.

في مجال السوق، مقدار الأموال التي تنفق على «تصنيع الرغبات» والتحفيز على الاستهلاك الزائد يستمر في التصاعد عاما بعد عام. بدأ الإقبال على التسويق الشامل المستند إلى مفاهيم فرويد يتضاءل في مرحلة لاحقة من القرن العشرين، ولكن في الآونة الأخيرة أعاد ابتكار أساليب أكثر تطورا مثل عمليات المسح الدماغية

لتنشيط استخدام تحليل اللاوعي في مجال التسويق العصبي<sup>(131)</sup>. أصبح التسويق الشامل لتشجيع زيادة الاستهلاك الآن منتشرا إلى درجة أننا أصبحنا نعتبره جزءا طبيعيا من محيطنا. اعتاد الشخص العادي الذي يعيش في المدينة مشاهدة ما يعادل ألفي رسالة تجارية في اليوم الواحد منذ خمسة وثلاثين عاما<sup>(132)</sup>. ووفق صحيفة نيويورك تايمز، فإن متوسط ما يشاهده الآن سكان المدينة يصل إلى 5 آلاف رسالة تجارية يوميا<sup>(133)</sup>.

### النفايات والتلوث

زيادة معدل استهلاك الفرد لعدد سكان العالم المتزايد أكثر فأكثر تشكل ضغطا على حدود بعض الموارد. مع نمو عدد السكان وازدياد حجم الاقتصاد العالمي، فنحن لا نستهلك موارد طبيعية أكثر لصناعة المنتجات فقط، بل نحن ننتج أيضا سيولا غزيرة من النفايات. ووفق تقرير صدر أخيرا عن البنك الدولي، فإن معدل إنتاج الفرد من النفايات وحدها من سكان المدن في العالم هو الآن 2.6 رطل للشخص الواحد في اليوم؛ ومن المتوقع أن يزيد الحجم الكلي بنسبة 70 في المائة في غضون عشر سنوات<sup>(134)</sup>.

سوف تتضاعف تكلفة إدارة النفايات تقريبا في غضون الفترة نفسها إلى 375 مليار دولار - حيث ستكون معظم الزيادة في البلدان النامية<sup>(135)</sup>. ووفق منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، فإن كل زيادة في الدخل القومي بنسبة واحد في المائة ستنتج زيادة قدرها 69 في المائة من نفايات البلدية الصلبة في البلدان المتقدمة<sup>(136)</sup>. وهذا فقط بالنسبة إلى القمامة. ولكن عند توزيع النفايات المرتبطة بإنتاج الطاقة، وصناعة المواد الكيميائية، والتصنيع، والسلع الإلكترونية، والنفايات الزراعية، ونفايات صناعات المنتجات الورقية على أساس نصيب الفرد منها من بين سبعة مليارات نسمة يستهلكون نتائج جميع هذه العمليات، فإن الكمية الفعلية من النفايات التي ستنتج كل يوم تفوق كمية الوزن الكلي لأجسام السبعة مليارات نسمة<sup>(137)</sup>.

هناك سوق سوداء تزدهر في مجال التخلص غير المشروع من النفايات - ولاسيما الشحنات المرسلة من البلدان المتقدمة إلى البلدان الفقيرة. في الاتحاد الأوروبي،

صادرات النفايات البلاستيكية - التي يذهب ما يقرب من 90 في المائة منها إلى الصين - ازدادت بنسبة تفوق 250 في المائة في العقد الماضي<sup>(138)</sup>. ولقد ركزت وسائل الإعلام الإخبارية على «دفعات القمامة» الهائلة التي ترمى في وسط المحيط الهادئ - والتي يتألف معظمها من المواد البلاستيكية - ولكن الأحجام الأكبر من ذلك بكثير يُتخلص منها على اليابسة في ملايين مقالب النفايات<sup>(139)</sup>.

على الرغم من جهود الكثير من الشركات والمدن التي تستحق الثناء لزيادة عمليات إعادة تدوير النفايات، فإن الأحجام الإجمالية للنفايات تفوق الطاقة الحالية للممارسات المسؤولة للتخلص من النفايات. على سبيل المثال، يمكن استخدام النفايات العضوية لإنتاج غاز الميثان القيم، ولكن بسبب جمود وغياب القيادة، يجري التخلص ببساطة من معظم النفايات العضوية في مكبات نفايات غير محسنة حيث يؤدي تحللها إلى إنتاج 4 في المائة من مجموع التلوث الناجم عن الاحترار العالمي<sup>(140)</sup> كل عام.

الأحجام المتزايدة من النفايات الإلكترونية (النفايات المرتبطة بالمنتجات الإلكترونية) كانت محط اهتمام كبير بسبب وجود مواد شديدة السمية في هذا المجرى من النفايات. ومرة أخرى، وعلى الرغم من تواصل جهود إعادة التدوير، لاتزال المشكلة تتفاقم بوتيرة أسرع من الحل.

تشكل النفايات الكيميائية والبيولوجية السامة تحدياً من نوع خاص. خلال سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين، ترأست وشاركت في عدد كبير من جلسات الاستماع في الكونغرس حول مخاطر النفايات الكيميائية السامة، القوانين الصارمة التي صدرت في أعقاب تلك الجلسات وغيرها جرى الحد من شدتها منذ ذلك الحين بسبب مجموعات الضغط التابعة للصناعة الكيميائية في الكونغرس والسلطة التنفيذية للولايات المتحدة. لقد حددت دراسة أمريكية أجرتها أخيراً مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية وجود آثار لـ 212 نوعاً من النفايات الكيميائية للفرد الأمريكي العادي، تشمل المبيدات الحشرية، ومثبطات الزرنيخ، والكادميوم، والذهب<sup>(141)</sup>.

مثبطات الذهب؟ هناك قصة مثيرة وراء وجودها في أنسجة الأمريكيين تعطي مثالا آخر على اختلال توازن القوى في عملية صنع القرار في الولايات المتحدة وهيمنة مصالح الشركات على حساب المصلحة العامة. أظهرت دراسة شاملة أجرتها

صحيفة شيكاغو تريبيون في العام 2012 بالتفصيل كيف أن شركات صناعة السجائر قامت بالتأثير في صنّاع السياسة عن طريق الرشوة لفرض إضافة مثبطات اللهب السامة بشكل قانوني إلى رغوة توضع داخل معظم قطع الأثاث من أجل إنقاذ الأرواح التي تُزهق جراء آلاف الحرائق التي يسببها سنويا المدخنون الذين ينامون في أثناء تدخينهم ويسقطون سجائرهم<sup>(142)</sup> المشتعلة على أريكة أو كرسي.

أحد الحلول الأكثر منطقية والأقل خطورة - وهو حل مقترح منذ بداية القرن العشرين- يمكن أن يكون الطلب من الشركات المصنّعة للسجائر إزالة المواد الكيميائية التي تضيفها بشكل روتيني إلى السجائر لتبقى متّقدة حتى وإن لم يجر تدخينها. ولكن صناعة التبغ لم تكن ترغب في توجيه اللوم إليها في هذه الحرائق، وأنها تشعر بالقلق من أن أي إزعاج للمدخنين قد يضر بحجم المبيعات. فلهذا خرجوا بهذا المخطط الفاسد لشراء ما يكفي من النفوذ لتمرير مسألة إضافة مواد كيميائية خطيرة<sup>(143)</sup> إلى معظم قطع الأثاث بدلا من ذلك.

عندما بدأت شركات تصنيع المواد الكيميائية المثبطة للهب فهم مدى استفادتها من وراء هذا الاحتيا، تضافرت معا لتأمين مزيد من المال لدعم خطط شركات التبغ. مثلت ذات مجموعة الضغط مسؤولي مديرية الإطفاء والشركات المصنّعة للمواد الكيميائية - وبقيت هذه المجموعة مدرجة سرا على جدول رواتب شركات صناعة التبغ. وفي هذه الأثناء، يستمر الأطفال في تنشق الغبار المتصاعد من مثبطات اللهب المتحللة، ويستمر العلماء في ربط تعرضهم لهذه المواد الكيميائية بالإصابة بمرض السرطان، والاضطرابات التناسلية، والأضرار التي تلحق بالأجنة<sup>(144)</sup>. وبالمنااسبة، اكتشفت لجنة سلامة المنتجات الاستهلاكية أخيرا أن مثبطات اللهب التي تضاف إلى رغوة بعض قطع الأثاث لم تنجح<sup>(145)</sup> في خفض حرائق المنازل.

لقد اختار خبراء في مجال الصحة بضع مواد كيميائية شديدة الخطورة، مثل ثنائي الفينول (أ) (BPA)، والفثالات (المشابهة كيميائيا لمثبطات اللهب)، باعتبارها مواد تحتاج إلى عناية خاصة، ولكن القانون الذي سن في العام 1976 للتعامل مع مثل هذه المواد الكيميائية، وهو قانون السيطرة على المواد السامة، لم يطبق فعليا<sup>(146)</sup>. يُقدّر عدد المواد الكيميائية المدرجة في لائحة المواد التي ينبغي اختبارها بنحو 83 ألف مادة، ولكن وكالة حماية البيئة لم تطلب اختبار إلا 200 مادة منها

فقط، وقيّدت استخدام 5 منها فقط. تسمح الجهات الرقابية للشركات المصنّعة للمواد الكيميائية بحجب معظم المعلومات ذات الصلة طبيا حول هذه المواد الكيميائية<sup>(147)</sup> بحجة أنها من أسرار المهنة.

كانت الطفرة في تطوير المواد الكيميائية الزراعية والصناعية بعد الحرب العالمية الثانية تعتمد في جزء كبير منها على مخزونات فائضة غير مستخدمة من غاز الأعصاب والذخائر. (مخترع الغاز السام في الحرب العالمية الأولى كان هو أيضا مخترع الأسمدة النيتروجينية الاصطناعية)<sup>(148)</sup>. هذه الأنواع الجديدة من المركبات الكيميائية السامة أدخلت أشكالاً من تلوث المياه أكثر سميّة مما كان في الماضي. في فترات سابقة، كان يهيمن على تلوث المياه تلوث الغائط الذي يسبب التيفوئيد والكوليرا. على الرغم من أن المشاكل الأخيرة قد حُلّت إلى حد كبير في البلدان المتقدمة، لاتزال الأمراض التي تنقلها المياه من بين الأسباب الرئيسية للوفاة في البلدان النامية، ولاسيما في جنوب آسيا وأفريقيا وأجزاء من الشرق الأوسط<sup>(149)</sup>.

الواقع أن تلوث الأنهار والجداول، ومستودعات المياه الجوفية هي مشكلة خطيرة تسهم في نقص المياه في مناطق كثيرة من العالم. أفادت اللجنة العالمية للمياه للقرن الحادي والعشرين، التي يشارك فيها العديد من منظمات الأمم المتحدة، في تقرير لها في العام 1999 أن «أكثر من نصف الأنهار الرئيسية في العالم<sup>(150)</sup> تتعرض للنضوب والتلوث بشكل خطير». أحد أسباب هذه المأساة العالمية هو أنه لم يتم إدراج لا النضوب ولا التلوث في النظام السائد في العالم لقياس الدخل القومي والإنتاجية - أي الناتج المحلي الإجمالي. وكما يشير الخبير الاقتصادي هيرمان دالي: «نحن لا نطرح تكلفة التلوث باعتبارها سيئة، ومع ذلك نضيف قيمة تنظيف التلوث باعتبارها جيدة. هذه حِسبة غير متناسقة»<sup>(151)</sup>. ونتيجة لذلك، يجري بشكل روتيني - وعلى نحو غير دقيق - وصف قرارات تنظيف البيئة بأنها مؤذية للازدهار. على سبيل المثال، في قوانغتشو، في الصين، شعر نائب مدير وكالة التخطيط في المدينة بأنه مضطر إلى الدفاع عن قرار للحد من الحركة المرورية للسيارات كوسيلة للحد من المستويات الخطيرة لتلوث الهواء قائلا: «بالطبع من وجهة نظر الحكومة<sup>(152)</sup>، نحن نتغلى عن بعض النمو، ولكن من أجل تحقيق صحة أفضل لجميع المواطنين، فالأمر يستحق ذلك».

في الآونة الأخيرة، أجرت صحيفة نيويورك تايمز تحقيقاً جمعت خلاله مئات الآلاف من سجلات الولايات والسجلات الفدرالية لتلوث المياه تحت قانون حرية المعلومات التي أظهرت أن واحداً من كل عشرة أمريكيين قد تعرض للنفايات الكيميائية أو غيرها من المخاطر التي تهدد الصحة في مياه الشرب<sup>(153)</sup>.

منذ العام 1972، والولايات المتحدة رائدة في مجال حماية المياه النظيفة وقد حذا معظم العالم المتقدم حذوها. بيد أن التقدم في البلدان النامية لم يحقق الأهداف الإنمائية للألفية الثالثة (وهي خطة للتنمية العالمية تم الاتفاق عليها من جانب جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة البالغ عددها 193 والمنظمات الدولية الثلاث والعشرين 23). وفقاً لمنظمة الصحة العالمية فقد «تمكّن أكثر من ملياري نسمة من الحصول على مصادر مياه محسّنة (المعروفة بأنها «من المرجح أن توفر مياه صالحة للشرب) فيما تمكّن 1.8 مليار نسمة من الوصول إلى المرافق الصحية المحسّنة بين عامي 1990 و2010 ... [ولكن] لا يزال أكثر من 780 مليون نسمة لا يصلون إلى مصادر محسّنة لمياه الشرب، فيما يفتقر 2.5 مليار نسمة إلى المرافق الصحية المحسّنة»<sup>(154)</sup>.

إذا استمرت الاتجاهات الحالية على هذا المنوال، فستبقى هذه الأرقام مرتفعة بشكل غير مقبول في العام 2015: وحسب منظمة الصحة العالمية فإن «605 ملايين نسمة لن تكون لديهم مصادر محسّنة لمياه الشرب، وسيفتقر 2.4 مليار نسمة إلى المرافق الصحية المحسّنة»<sup>(155)</sup>. في الصين، حيث 90 في المائة من المياه الجوفية الضحلة ملوثة، بما في ذلك نفايات المواد الكيميائية والصناعية، سوف يصاب 190 مليون صيني بالمرض كل عام بسبب مياه الشرب، وسيلقى عشرات الآلاف حتفهم جراء ذلك<sup>(156)</sup>.

منابع المياه العذبة موزعة على نحو غير متساوٍ، إذ يوجد أكثر من نصف مجموعها الكلي في ست دول فقط. تناقص وفرة المياه العذبة وتدهور نوعيتها في العديد من البلدان والمناطق يقف جنباً إلى جنب مع فقدان التربة السطحية باعتبارها واحدة من اثنين من أخطر القيود التي تحد من توسع إنتاج الغذاء. الاستهلاك المفرط والإسراف في هدر المياه العذبة - التي تُعد منافسة جديدة على المياه من المدن والطلبات المتزايدة من شركة الأرض - يهدد في خلق أزمات غذائية في مناطق متعددة من العالم.



مثلما أثر التوسع العمراني في وفرة الأراضي الزراعية، فإن «امتداد الطاقة» له أثر بالغ أيضا في وفرة المياه العذبة من أجل المحاصيل الغذائية. أعاد القرار الأحمق في تعزيز النمو السريع للجيل الأول من وقود الإيثانول والديزل الحيوي من زيت النخيل تخصيص كل من موارد المياه والأراضي من المحاصيل الغذائية. وقد فرّض الهوس المتزايد على الغاز الصخري العميق<sup>(157)</sup>، الذي يتطلب خمسة ملايين غالون من المياه لكل بئر، ضغوطا شديدة على منابع المياه في المناطق التي كانت في الأصل تعاني شح المياه<sup>(158)</sup>. لقد أُجبر الآن العديد من المدن والمقاطعات في ولاية تكساس، على سبيل المثال، على الاختيار بين تخصيص المياه للزراعة والتكسير الهيدروليكي للغاز والنفط. ومن منظور عالمي، من المتوقع أن ينمو استخدام المياه لتوليد الطاقة<sup>(159)</sup> بشكل أسرع بمرتين من الطلب على الطاقة.

توسّع عمليات التكسير الهيدروليكي من أجل النفط والغاز يزيد من حقن النفايات السائلة السامة في المناطق الواقعة في أعماق الأرض التي كان يُعتقد - حتى وقت قريب - أنها مستودعات آمنة. تمّ في الولايات المتحدة الأمريكية، حقن ما يقدر بـ 30 تريليون غالون من النفايات السائلة السامة في أكثر من 680 ألفا من الآبار للتخزين تحت الأرض على مدى العقود القليلة الماضية، حتى وإن كانت ممارسة التكسير تغيّر الجيولوجيا تحت الأرض، وتفتح شقوقا جديدة وتعطل أنماط التدفق تحت سطح الأرض<sup>(160)</sup>. للأسف، بعض هذه المستودعات العميقة سرّبت النفايات إلى سطح الأرض في مناطق تحوي مستودعات لمياه الشرب<sup>(161)</sup>.

تمثل موارد المياه الجوفية ما يقرب من 30 في المائة من جميع موارد المياه العذبة في العالم، مقارنة مع واحد في المائة لنسبة ما تمثله جميع المياه العذبة السطحية<sup>(162)</sup>. على مدى نصف القرن الماضي، تضاعف معدل انكماش مستودعات المياه الجوفية<sup>(163)</sup>. فقد تسارع معدل الزيادة في سحب المياه الجوفية بشكل مطرد على مدى نصف القرن الأخير ليتضاعف المعدل في العام 1960، ولكن في السنوات الخمس عشرة الأخيرة (منذ أن تسارعت معدلات النمو في الصين والاقتصادات الناشئة الأخرى)، استمرت الزيادات بوتيرة أسرع بكثير<sup>(164)</sup>.

ولعل استحداث تكنولوجيا جديدة لحفر المياه وضخها يُعدّ أيضا عاملا مهما آخر. في الهند، على سبيل المثال، جرى استثمار 12 مليار دولار في آبار ومضخات

جديدة؛ فقد حفر 100 مليون مزارع هندي ما يزيد على 21 مليونا من الآبار<sup>(165)</sup>. ونتيجة لذلك جزئيا، جفّت بشكل كليّ مستودعات المياه الجوفية في العديد من المجتمعات، مما تطلب نقل مياه الشرب لهم عن طريق صهاريج المياه - فيما استوجب على المزارعين الاعتماد بشكل متزايد على هطول الأمطار التي لا يمكن التنبؤ بها<sup>(166)</sup>.

بسبب النمو السكاني والزيادة في استهلاك المياه، فإن الإفراط في تخصيص المياه السطحية من العديد من الأنهار المهمة في العالم جعل العديد من هذه الأنهار لا تصل على الإطلاق إلى البحر: نهر كولورادو، ونهر السند، ونهر النيل، ونهر الريو غراندي، وموراي دارلينغ في أستراليا، وأنهار اليانغتسي والأنهار الصفراء في الصين، ونهر إلبه<sup>(167)</sup> في ألمانيا.

### التضخم السكاني

على الرغم من أن معدلات النمو السكاني قد تباطأت في معظم أنحاء العالم على مدى العقود القليلة الماضية، فإن الحجم الكلي للسكان لا يزال حاليا كبيرا جدا لدرجة أن أي معدل أبطأ للنمو سوف يضيف مليارات من الناس قبل أن تستقر أعدادنا قرب نهاية هذا القرن برقم إجمالي يصعب حاليا التنبؤ به، ولكنه يقدر بما يتراوح بين 10 و 15 مليار نسمة<sup>(168)</sup>. (وهناك أيضا توقع منخفض يصل إلى 6.1 مليار نسمة، وتوقع جامح يصل إلى 27 مليار نسمة - وهو أمر يمكن أن يحدث إن لم يحصل تحديد إضافي للنسل (للخصوبة). ولكن تفترض الأغلبية العظمى من الخبراء أن المعدل الأكثر ترجيحاً سيتجاوز بشكل طفيف 10 مليارات نسمة)<sup>(169)</sup>.

في السنوات العشر المقبلة، سوف تتجاوز الهند الصين على الأقل في ما تبقى من هذا القرن لتصبح الدولة التي تمتلك أكبر عدد للسكان<sup>(170)</sup> على وجه الأرض. في السنوات العشرين المقبلة، سوف يكون لدى أفريقيا عدد من السكان يفوق عدد السكان في كل من الصين أو الهند، وبحلول نهاية القرن من المتوقع أن يصبح لديها عدد سكان أكبر من كلا البلدين مجتمعين<sup>(171)</sup>. ومن المتوقع أن يحدث نصف النمو العالمي في عدد السكان خلال العقود الأربعة المقبلة في أفريقيا، التي في طريقها الآن للوصول إلى أكثر من ثلاثة أضعاف عدد سكانها الحالي، وذلك بتحقيق رقم

مذهل وهو 3.6 مليار نسمة بحلول نهاية هذا القرن<sup>(172)</sup>. إذا ما أخذنا بعين الاعتبار المستويات المنخفضة بشكل خطير لخصوبة التربة في كثير من دول جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا، وشح المياه العذبة، وسوء الإدارة في العديد من البلدان، والأثر المتوقع لظاهرة الاحتباس الحراري، من المرجح أن يكون موضوع حدود النمو في أفريقيا محور اهتمام العالم في ما تبقى من القرن الحادي والعشرين.

السبب في تعذر التنبؤ بالذروة التي سيصل إليها عدد سكان العالم، والسبب في تفاوت معدل التقديرات حول ذلك بنسبة خمسة مليارات نسمة - ما يعادل مجموع عدد السكان في العالم في نهاية ثمانينيات القرن العشرين 1980s! - يعود إلى صعوبة التكهّن أصلاً بعدد الأطفال الذي تفضل المرأة العادية إنجابه خلال العقود القليلة المقبلة. إن أي زيادة في هذا المتغيّر المهم، وإن كانت بنسبة نصف طفل (لطالما اعتاد علماء الديموغرافيا منذ زمن على عدم الشعور بالحرّج من ذلك التعبير) يمكن أن تعني الاختلاف بعدة مليارات في عدد سكان العالم على مدار السبعة والثمانين عاماً المقبلة. العوامل المتعددة التي لها تأثير في تفضيلات المرأة يَضْعُبُ أيضاً توقعها على مدى هذه الفترة الطويلة من الزمن.

تعكس هذه التوقعات الجديدة ذات النسب الأعلى لذروة عدد سكان العالم في الجزء الأخير من القرن الحادي والعشرين تراجعاً أبطأ مما هو متوقع في متوسط معدل النسل في عدد من البلدان الأقل تقدماً - التي يقع معظمها في أفريقيا<sup>(173)</sup>. السبب الوحيد الأكبر لتقديرات عدد السكان المرتفعة بالنسبة إلى أفريقيا والعالم هو فشل المجتمع الدولي في جعل المعرفة والتكنولوجيا الخاصة بإدارة النسل في متناول النساء<sup>(174)</sup> اللواتي يرغبن في استخدامها.

اكتشف المتخصصون في السكان والتنمية على مدى العقود القليلة الماضية قدراً كبيراً من المعلومات بشأن العديد من العوامل التي تدفع إلى إحداث تغيرات بشكل فعلي في ديناميات النمو السكاني. وقد أظهرت مجموعة هائلة من الأبحاث بشكل قاطع أن أربعة عناصر من لغز السكان يتناسب بعضها مع بعض، وتعمل مجتمعة لتحويل نمط النمو السكاني في أي بلد من نمط فيه توازن - يتميز بمعدلات مرتفعة للوفيات، ومعدلات مرتفعة للمواليد، وأسر كبيرة - إلى نمط توازن آخر - يتميز بنسب منخفضة للوفيات، ومعدلات منخفضة للمواليد، وأسر صغيرة.

الخبر السار هو أن الجهود العالمية الرامية إلى إبطاء النمو السكاني تعتبر بالفعل من القصص الناجحة، على الرغم من أنها تتكشف بصورة بطيئة. على الرغم من أن زيادات هائلة جدا في أعدادنا المطلقة سوف تستمر لعقود عديدة مقبلة، فكل دولة في العالم تقريبا تنتقل من حالة توازن عالية إلى حالة توازن منخفضة. بعض هذه الدول تغير بسرعة، بينما البعض الآخر لا يزال متخلفا عن الركب. في الولايات المتحدة الأمريكية، تباطأ معدل النمو في عدد السكان إلى أدنى مستوى له منذ فترة الكساد الأعظم<sup>(175)</sup>.

لعدة عقود في القرن العشرين، كانت النظرة السائدة هي أن الزيادات في الناتج المحلي الإجمالي - لاسيما تلك العوامل المرتبطة بالتنمية الصناعية - هي المفتاح لانخفاض معدلات النمو السكاني. كان هذا أحد البراهين الأولى على الملاءمة المغربية والبساطة الوهمية للناتج المحلي الإجمالي كمقياس وسيط للتقدم المعمم وكيف يمكنه جذب انتباه صنّاع السياسات، حتى إن لم تكن مرتبطة بشكل وثيق مع الأهداف الحقيقية التي يسعون إلى تحقيقها.

على الرغم من أن الناتج المحلي الإجمالي ليس واحدا من العوامل الأربعة، فإن النمو الاقتصادي مرتبط بشكل فضفاض في كثير من البلدان مع خلق الظروف الاجتماعية التي تمتلك القدرة على التأثير في عدد السكان ويمكنها فعل ذلك<sup>(176)</sup>. وعلى العكس، في معظم الحالات، من المؤكد أن الفقر المدقع يرتبط مع ارتفاع معدلات النمو السكاني - خصوصا في البلدان التي لديها مؤسسات فاشلة وشح في المياه النظيفة والتربة السطحية. كل البلدان الأربعة عشر التي تمتلك هذه الخصائص الثلاث لديها معدلات نمو سكاني مرتفعة للغاية؛ وثلاث عشرة دولة من أصل الدول الأربع عشرة تقع في جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا<sup>(177)</sup>.

العوامل الأربعة ذات الصلة، التي تعتبر جميعها ضرورية ولا يمكن لأحد منها، بمفرده، أن يكون كافيا هي:

- أولا، تعليم الفتيات - وهو العامل الوحيد الأكثر قوة. تعليم البنين مهم أيضا، ولكن تظهر الإحصاءات السكانية بوضوح أن قدرة الفتيات على تعلم القراءة والكتابة والحصول على تعليم جيد<sup>(178)</sup> هو أمر بالغ الأهمية.

• ثانياً، تمكين المرأة في المجتمع، إلى درجة تصبح معها آراؤها مسموعة وتحظى بالاحترام، ولديهن القدرة على المشاركة في صنع القرارات مع أزواجهن أو شركاء حياتهن حول حجم الأسرة وغيرها من القضايا<sup>(179)</sup> المهمة بالنسبة إلى أسرهن.

• ثالثاً، ضرورة توافر المعرفة والتكنولوجيا الخاصة بإدارة النسل في كل مكان، بحيث يمكن للمرأة أن تقرّر بشكل فعال عدد الأطفال الذين ترغب في إنجابهم والفترة الزمنية<sup>(180)</sup> ما بين كل طفل وآخر من أطفالها.

• رابعاً، انخفاض معدلات وفيات الأطفال الرضع. قال جوليوس نيريري، وهو واحد من الزعماء الأفريقيين، في منتصف القرن العشرين: «أقوى وسيلة لمنع الحمل<sup>(181)</sup> هي الثقة لدى الآباء بأن أطفالهم سوف يَحْيَوْنَ».

الصراع من أجل توفير إمكانية الوصول إلى وسائل منع الحمل ومعرفة كيفية إدارة النسل لم يحقق النجاح الذي كان يأمله علماء الاجتماع وخبراء السكان. الالتزامات التي تعهدت بها الدول الغنية لتمويل عملية توفير المعلومات الخاصة بإدارة النسل على نطاق أوسع في البلدان الفقيرة لم تتحقق بالكامل. في بعض البلدان المتقدمة حيث تتعرض الديمقراطية إلى التقهقر، كالولايات المتحدة الأمريكية، تحقق الحملات التي تهاجم البرامج المفيدة للمرأة نجاحاً أكبر في السنوات الأخيرة. المعارضة السياسية لمنع الحمل، على سبيل المثال، عادت بشكل مفاجئ إلى الظهور من جديد في الولايات المتحدة في العامين الماضيين، على الرغم من أن الأغلبية الساحقة من النساء الأمريكيات (بما في ذلك 98 في المائة من النساء الكاثوليكيات الناشطات جنسياً<sup>(182)</sup> تدعم منع الحمل، علماً بأن هذا الأمر بدا وكأنه قد جرت تسويته في ستينيات القرن العشرين.

كما كان للمعارضة المبنية على الدين لمنع الحمل المتمثلة بأقلية صغيرة في الولايات المتحدة تأثير حاد في مساهمات الولايات المتحدة في الجهود العالمية الرامية إلى جعل إدارة النسل متوافرة في البلدان النامية ذات النمو السريع - ويرجع ذلك جزئياً إلى الدمج المخادع بين منع الحمل والإجهاض. بما أن المساعدات الخارجية هي

دائماً عرضة لتخفيضات الموازنة في الولايات المتحدة، فإن مقدار المساعدة المقدمة فعلياً جاء أقل بكثير من المبلغ الذي تعهدت بدفعه. ومرة أخرى، حَرَمَ اختلال توازن القوى والشلل السياسي في الولايات المتحدة العالم من القيادة التي هو في أمس الحاجة إليها، والتي بدورها، قد أضرت على نحو بالغ في قدرة العالم على التصرف وإجراء اللازم.

ونتيجة لذلك جزئياً، لم تتحقق الانخفاضات المتوقعة في معدلات الخصوبة - خصوصاً في أفريقيا، حيث يوجد لدى تسع وثلاثين دولة من بين خمس وخمسين دولة أفريقية مستويات عالية من النسل<sup>(183)</sup>. (وهناك تسعة بلدان ذات معدل نسل عال في آسيا، وستة بلدان في جزر المحيط الهادئ، وأربعة في البلدان ذات الدخل المنخفض في أمريكا اللاتينية). في أربع وثلاثين من الدول الثماني والخمسين ذات الخصوبة العالية (النسل المرتفع) في العالم، سوف يزداد تعداد السكان ثلاثة أضعاف في ما تبقى من هذا القرن<sup>(184)</sup>.

ومن منظور عالمي، تتمتع المرأة الآن بمتوسط إنجاب يصل إلى 2.5 طفل أثناء سنوات الحمل والولادة<sup>(185)</sup>. ولكن في أفريقيا، فإن المتوسط هو 4.5 طفل تقريباً لكل امرأة<sup>(186)</sup>. علاوة على ذلك، في أربعة بلدان أفريقية، لا يزال يتوقع من المرأة العادية أن تنجب أكثر من ستة أطفال، ما يؤدي إلى نمو سكاني مُخل بالنظام وغير مستدام<sup>(187)</sup>. ملاوي، على سبيل المثال، التي يصل تعداد سكانها اليوم إلى 15 مليون نسمة، من المتوقع أن يرتفع تعداد السكان فيها عشرة أضعاف تقريباً بحلول نهاية القرن ليصل إلى ما يقدر بـ 129-160 مليون نسمة<sup>(188)</sup>. الدولة الأفريقية ذات العدد الأكبر من السكان، وهي نيجيريا، من المتوقع أن يزيد تعداد السكان فيها من نسبة تفوق بقليل الـ 160 مليون نسمة اليوم إلى نسبة تفوق الـ 730 مليون نسمة في العام 2100<sup>(189)</sup>. وهذا من شأنه أن يضع عدد سكان نيجيريا على مستوى عدد سكان الصين في منتصف ستينيات القرن العشرين<sup>(190)</sup>.

قبل الفهم الأفضل للديناميات السكانية، كان يفترض كثير من الناس أن معدلات الوفيات المرتفعة من شأنها أن تخفض العدد الكلي للسكان. ولكن تأثير معدلات الوفيات المرتفعة في معدلات المواليد المرتفعة يدحض الاعتقاد السابق. داء الطاعون الأسود الذي تفشى في القرن الرابع عشر أنقص بالفعل عدد السكان - وفي الواقع،

يعتقد أن ذلك كان يمثل المرة الأخيرة التي انخفض فيها عدد السكان. ولكن في عام اليوم، حتى أشد الأمراض رهبة لم يكن لها أي تأثير في تعداد السكان. وباء فيروس نقص المناعة البشرية/ الإيدز كان له تأثير في العدد الإجمالي للسكان في عدد قليل من البلدان الأفريقية، ولكن على مستوى العالم فقد نما عدد السكان في الأشهر الخمسة الأولى من العام 2011 بما يفوق مجموع الوفيات الذين قضوا بسبب الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية/ الإيدز منذ أن تفشى المرض بسرعة لأول مرة قبل ثلاثة عقود من الزمن.

في البلدان ذات المعدلات المرتفعة لوفيات الأطفال الرضع، توجد نزعة طبيعية لدى الآباء والأمهات لإنجاب عدد أكبر من الأطفال من أجل ضمان أن بعضهم على الأقل سيبقى على قيد الحياة ليهتموا برعايتهم عندما يصبحون في سن الشيخوخة، ول يحملوا اسم العائلة والتقاليد. عمليا، عندما تنخفض معدلات وفيات الأطفال بشكل كبير، عادة ما تتراجع معدلات المواليد بعد نصف جيل - شريطة أن تكون العوامل الثلاثة الأخرى موجودة أيضا. في أعقاب الحرب العالمية الثانية، أدت التطورات الثورية في مجال الرعاية الصحية - من مستويات أعلى من المرافق الصحية، وتغذية أفضل، ومضادات حيوية، ولقاحات، وإنجازات في الطب الحديث - إلى انخفاض كبير في معدلات وفيات الأطفال والرضع<sup>(191)</sup> في العديد من البلدان حول العالم. هذا المزيج ذاته من التحسينات في مجال الرعاية الصحية والتغذية ضاعف من متوسط العمر المتوقع للبشر في البلدان الصناعية منذ بداية القرن التاسع عشر - من 35 سنة إلى 77 سنة<sup>(192)</sup>.

### أجندة للنساء والفتيات

أصبح تعليم البنات أمرا شائعا في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك معظم البلدان التي كانت تركز فقط على تعليم البنين. على الرغم من أنه لا تزال هناك معارضة لتعليم البنات بين جماعات مثل طالبان في أفغانستان، أصبحت معظم الدول مدركة منذ فترة طويلة للمزايا التنافسية لتعليم جميع الأولاد لديها، لاسيما في عصر المعلومات. كانت المملكة العربية السعودية تركّز على تعليم البنين فقط في نظمها المدرسية، ولكن حسب أحدث الإحصاءات المتوافرة، فإن نسبة 60 في المائة تقريبا -

مقارنة بنسبة 8 في المائة في العام 1970 - من طلاب الجامعات في المملكة العربية السعودية هم من النساء<sup>(193)</sup>.

والرقم المقابل في قطر هو 64 في المائة، في تونس، والإمارات العربية المتحدة 60 في المائة؛ والمتوسط في الدول العربية الآن 48 في المائة؛ وفي إيران 51 في المائة<sup>(194)</sup>. في الواقع، نسبة النساء اللواتي يحصلن على شهادات جامعية هي أكبر من نسبة الرجال في 67 من بين 120 دولة ممن توجد عنها إحصاءات متوافرة<sup>(195)</sup>. والمتوسط العالمي هو 51 في المائة<sup>(196)</sup>. في الولايات المتحدة، تحصل المرأة الآن على 62 في المائة من درجة الزمالة، و58 في المائة من درجة البكالوريوس، و61 في المائة من درجة الماجستير، و51 في المائة من درجة الدكتوراه<sup>(197)</sup>.

إن مسألة تمكين المرأة، من ناحية أخرى، لاتزال تشكل هدفا صعبا في العديد من المجتمعات التقليدية. لا يسمح لأي امرأة من خريجات الجامعات في المملكة العربية السعودية، على سبيل المثال، بقيادة السيارة - أو بالتصويت - على الرغم من أن ملك السعودية التقدمي نسبيا أعلن خططا ستسمح للنساء بالتصويت في بداية العام 2015<sup>(198)</sup>. على الرغم من أن 93 في المائة من الفجوة بين الجنسين في مجال التعليم قد جرى إغلاقها على مستوى العالم، فإنه لم يجر إغلاق إلا أقل من 60 في المائة من الفجوة الموجودة بالنسبة إلى المشاركة الاقتصادية<sup>(199)</sup>، و18 في المائة فقط من الفجوة الموجودة بالنسبة إلى المشاركة السياسية.

زاد العقل العالمي من تسارع المطالب من أجل تمكين المرأة في جميع أنحاء العالم؛ تشكل النساء أكثر من نصف مجموع مستخدمي الشبكة الاجتماعية عالميا، وما يقرب من نصف مجموع مستخدمي الإنترنت. عندما تنكشف النسوة على المعايير المحبّذة للمساواة بين الجنسين في الدول المتقدمة، فمن الطبيعي أن يتولد لديهن شغف شديد للتغيير. أصبحت النساء تذهب إلى أماكن العمل في جميع البلدان تقريبا بأعداد تفوق أعداد الرجال، مما يعكس تغييرا تاريخيا في المواقف العالمية إزاء عمل المرأة خارج المنزل. في الواقع، على مدى السنوات الأربعين الماضية، كان وجود النساء في مواقع العمل بنسبة امرأتين مقابل كل رجل<sup>(200)</sup>. ولقد أحدثت النسوة فارقا معينا في القدرة التنافسية للبلدان السريعة النمو في شرق آسيا، حيث يوجد 83 امرأة في القوى العاملة مقابل كل 100 رجل<sup>(201)</sup>. وكان لهن أكبر الأثر في



العديد من الشركات العاملة في مجال التصدير، بما في ذلك الملابس والمنسوجات - حيث احتلت النسوة ما بين 60 إلى 80 في المائة من الوظائف<sup>(202)</sup>.

وقد قدرت مجلة الإكونوميست على مستوى العالم أن «التوظيف المتزايد للمرأة في الاقتصاديات المتقدمة قد أسهم في النمو العالمي أكثر بكثير مما قدمته الصين»<sup>(203)</sup>. في البلدان المتقدمة كمجموعة، يصل إسهام المرأة في الإنتاج إلى أقل بقليل من 40 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي<sup>(204)</sup>. ومع ذلك، هناك خلل آخر في الطريقة التي يقاس بها الناتج المحلي الإجمالي - اكتشفه كوزنتس عندما عرض ذلك لأول مرة في العام 1937 وهو أنه لا يحدّد أي قيمة اقتصادية للعمل الذي تقوم به النساء (وبعض الرجال) في المنزل: تربية الأطفال، وإعداد وجبات الطعام، وتنظيف المنزل، وإلى ما هنالك من مهام منزلية. إذا ما جرى حساب قيمة هذه الأعمال المنزلية في البلدان المتقدمة بالمبالغ التي تُدفع للمربيات، والطباخين، وخدم المنازل، فإن المساهمة الإجمالية للمرأة في الناتج المحلي الإجمالي ستصل إلى أكثر من 50 في المائة<sup>(205)</sup>.

إن انتقال النساء إلى العمل في الوظائف خارج المنزل كانت له آثار اجتماعية مذهلة. في الولايات المتحدة الأمريكية، خلال العقود الثلاثة بين ستينيات وتسعينيات القرن العشرين، كانت النسبة المئوية للنساء المتزوجات اللواتي لديهن أطفال تقل أعمارهم عن ست سنوات من العمر ويعملن خارج المنزل قد ارتفعت بحدة من 12 في المائة إلى 55 في المائة<sup>(206)</sup>. النسبة المئوية لجميع الأمهات اللواتي لديهن أطفال صغار واخترن العمل خارج المنزل ارتفعت خلال العقود الثلاثة نفسها من 20 إلى 60 في المائة<sup>(207)</sup>.

هذه التغيرات الاجتماعية هي أيضا من بين العديد من العوامل التي تسهم في داء السمّة. بما أن العديد من الأمهات يعملن الآن خارج المنزل، ونسبة أكبر من الأطفال يعيشون في أسر يعمل فيها كلا الوالدين، فإن عددا أكبر من الناس يتناولون الوجبات السريعة، ووجبات المطاعم الأخرى، والوجبات المصنّعة والمنتجات الغذائية المصممة للتحضير السريع عن طريق الميكروويف مثلا. كما ازدادت أحجام الحصص الغذائية أيضا إلى جانب مؤشر كتلة جسم الإنسان. كل ذلك يضيف إلى ما يسميه كيسلر «فرط الأكل المُكَيَّف»<sup>(208)</sup>.

تبين الدراسات أيضا أن الأطفال الذين يعيشون في الأحياء الفقيرة التي يقطنها أصحاب الدخل المحدود يقوم أولياء الأمور والقائمون على رعايتهم بتشجيعهم على مشاهدة التلفزيون لفترات أطول من المتوسط، وذلك بسبب المخاوف الأكبر بشأن سلامتهم إذا ما خرجوا للعب خارج المنزل في تلك الأحياء المعرضة، لنقل نسبيًا، إلى مزيد من العنف<sup>(209)</sup>. هذا يعكس اتجاهًا عالميًا للناس من جميع الأعمار، الذين يقضون المزيد من الوقت على شاشات إلكترونية متصلين بالعقل العالمي، الذين من المرجح، في المتوسط، أن يشتغلوا في وظائف لا تتطلب الكثير من النشاط البدني كما كانت الحال في الماضي. وأحد العوامل الأخرى المساهمة في زيادة السمنة هو الاتجاه نحو مزيد من قيادة السيارة وقليل من المشي.

### العائلة المتغيرة

أدت زيادة مشاركة المرأة في القوى العاملة، والتغيرات الجذرية في تعليم النساء، والتغيرات في القيم الاجتماعية أيضًا إلى تغييرات هيكلية كبيرة في مؤسسة الأسرة. فقد ارتفعت حالات الطلاق بشكل كبير في كل جزء تقريبًا من العالم، ويرجع ذلك جزئيًا إلى التشريعات الجديدة التي سهلت عملية الحصول على الطلاق، وجزئيًا وفق رأي بعض الخبراء إلى زيادة مشاركة المرأة في القوى العاملة<sup>(210)</sup>. يلاحظ بعض الخبراء أيضًا دور العلاقات عبر الإنترنت؛ وفقًا لتحليلات عدة، يتعلق ما بين 20 و30 في المائة من جميع حالات الطلاق<sup>(211)</sup> في الولايات المتحدة بالفيديو الآن. ارتفع أيضًا متوسط سن الزواج بالنسبة إلى المرأة بشكل ملحوظ، وازدادت نسبة الرجال والنساء ممن يقررون عدم الزواج على الإطلاق. قبل خمسين عامًا، كان ثلثا مجموع الأمريكيين الذين في سن العشرين من أعمارهم متزوجين. الآن، النسبة هي الربع فقط<sup>(212)</sup>. حتى إن هناك العديد من الأزواج الذين يعيشون معًا - وينجبون الأطفال - ولكن من دون عقد زواج رسمي بينهما<sup>(213)</sup>. واحد وأربعون في المائة من مواليد الأطفال في الولايات المتحدة هم من النساء غير المتزوجات<sup>(214)</sup>. قبل خمسين عامًا، كانت نسبة الأطفال من نساء غير متزوجات في الولايات المتحدة هي 5 في المائة فقط<sup>(215)</sup>. اليوم، الرقم المقابل بين الأمهات تحت سن الثلاثين هو 50 في المائة<sup>(216)</sup>. النسبة بين الأمهات الأمريكيات من أصول أفريقية من جميع الأعمار<sup>(217)</sup> هي الآن 73 في المائة<sup>(218)</sup>.

في الترتيب العام للبلدان على أساس المساواة بين الجنسين، تحتل المراتب الأربع العليا كل من أيسلندا، والنرويج، وفنلندا، والسويد؛ فيما يأتي اليمن في أدنى مرتبة<sup>(219)</sup>. ومع ذلك، فإن المشاركة السياسية للمرأة لاتزال متأخرة كثيرا عن معظم المؤشرات الأخرى للمساواة بين الجنسين. وعلى مقياس عالمي، تشكل النساء أقل من 20 في المائة من البرلمانات المنتخبة، مع وجود النسبة الأعلى (42 في المائة) في بلدان الشمال الأوروبي (البلدان الإسكندنافية) والنسبة الأدنى (11.4 في المائة) في الدول العربية<sup>(220)</sup>. الولايات المتحدة هي بالكاد فوق المتوسط العالمي. دولتان في العالم فقط لديهما أغلبية نسائية في البرلمان - الأولى هي واحدة من أصغر البلدان، أندورا، والأخرى هي من أفقر البلدان، رواندا، التي وضعت في أعقاب مأساة العام 1994 شرطا في الدستور ينبغي بموجبه أن تكون النسبة التمثيلية للنساء في البرلمان لا تقل عن 30 في المائة<sup>(221)</sup> من برلمانها من النساء. إن تمكين المرأة في مجال إدارة الشركات لايزال منخفضا - 7 في المائة فقط من مجالس إدارات الشركات في العالم<sup>(222)</sup> مؤلفة من النساء.

جميع العوامل الأربعة التي تسهم في تخفيض معدلات النمو السكاني مرتبطة بتوسيع الديمقراطية التشاركية وحق المرأة في التصويت. في تلك البلدان التي تُصوت فيها المرأة بنسب عالية، من الواضح وجود مزيد من الدعم للبرامج التي تقلل من معدل وفيات الأطفال، وتمنح التعليم للفتيات، وتزيد من تمكين المرأة، وتكفل مستويات عالية من الوصول إلى إدارة النسل.

في معظم البلدان الصناعية الغنية، انخفضت معدلات المواليد بسرعة إلى درجة أن بعضها بدأ يشهد انخفاضا في عدد السكان. لدى روسيا، وألمانيا، وإيطاليا، والنمسا، وبولندا، وعدة بلدان أخرى في شرق وجنوب أوروبا الآن معدلات خصوبة أدنى بكثير من معدل الإحلال<sup>(\*) (223)</sup>. اليابان، وكوريا الجنوبية والصين والعديد من الدول في جنوب شرق آسيا انخفضت أيضا تحت معدل الإحلال. وقد انخفض معدل المواليد في الولايات المتحدة إلى أدنى مستوياته في العام 2011<sup>(224)</sup>.

في عدد قليل من هذه البلدان، انخفض معدل النسل إلى درجة أصبحت معها مهددة بخطر السقوط في ما يسميه علماء السكان (الديموغرافيون) فخ النسل. أي

(\*) معدل الإحلال replacement rate هو عدد الأطفال المطلوب للحفاظ على مستويات السكان الحالية، أو ما يعرف بصفر النمو السكاني. [المحررة].

أن عددا أقل من النساء اللواتي في سن الإنجاب والولادة سيكون لديهن عدد أقل من الأطفال، مما يضيف مزيدا من الانخفاض المفاجئ والحاد في عدد السكان. ومن المتوقع أن ينخفض عدد سكان اليابان من 127 مليونا اليوم إلى 100 مليون بحلول منتصف القرن الحالي، و64 مليونا بحلول العام 2100<sup>(225)</sup>.

تبنت كل من السويد وفرنسا سياسات منذ بضع سنوات لزيادة النسل وتجنب السقوط في فخ النسل؛ وينفق كلا البلدين نحو 4 في المائة من الدخل القومي على البرامج التي تدعم الأسر وتسهل على الآباء والأمهات عملية إنجاب الأطفال إذا كانوا يرغبون في ذلك: إجازة أمومة وأبوة سخية، فترة حضانة مدرسية مجانية للأطفال، رعاية ذات جودة عالية للأطفال بأسعار رمزية، رعاية صحية ممتازة للأطفال والأمهات، حماية النساء اللواتي يرجعن إلى مسارات حياتهن المهنية بعد إنجاب الأطفال، وغيرها من المزايا والفوائد<sup>(226)</sup>. كلا البلدين أصبح الآن مرة أخرى مقاربا لمعدل الإحلال للنسل<sup>(227)</sup>.

على النقيض من ذلك، فشلت اليابان وإيطاليا في تقديم مثل هذه الخدمات ولم يتمكننا حتى الآن من إبطاء الانخفاضات الحاصلة في النسل<sup>(228)</sup>. ونتيجة لذلك، سيواجه كلا البلدين قريبا صعوبة كبيرة في تمويل المعاشات التقاعدية بسبب تغير جذري في نسبة السكان في سن العمل مقابل (إلى) نسبة السكان من المتقاعدين. العقود الاجتماعية التي تقوم على آليات التمويل التي تفرض ضرائب على العمل لدفع رواتب التقاعد هي أشد وطأة بكثير للأشخاص العاملين، وذلك عندما يكون عدد الأشخاص الذين في سن العمل أقل بكثير بالمقارنة مع عدد الأشخاص المتقاعدين.

### طول العمر

سواء بدرجة كبيرة أو قليلة، فإن هذا الواقع الديموغرافي الجديد هو سبب رئيس لأزمات الميزانية في معظم الدول المتقدمة في العالم اليوم. وبالمثل، بما أن الرعاية الصحية تستخدم بشكل مكثف من قبل كبار السن، فقد أسهمت التغييرات الديموغرافية ذاتها في أزمات ميزانية البلاد المتقدمة المخصصة لبرامج الرعاية الصحية - وأغلبها في الولايات المتحدة الأمريكية، وذلك بسبب التكلفة الأكبر للرعاية الصحية للفرد الواحد<sup>(229)</sup> مقارنة مع أي دولة أخرى.

الحجم النسبي للسكان المتقاعدين يتزايد أيضا بسبب زيادة كبيرة في متوسط الأعمار في كل مكان تقريبا. والأمر العجيب، هو أن أكثر من نصف الأطفال الذين وُلدوا في البلدان المتقدمة بعد العام 2000 من المتوقع أن يعيشوا إلى ما بعد سن المائة العام<sup>(230)</sup>. في الولايات المتحدة، أكثر من نصف الأطفال الذين وُلدوا في العام 2007 سوف يعيشون إلى ما بعد الرابعة بعد المائة من العمر<sup>(231)</sup>.

تسبب هذه الثورة في طول العمر البشري تعديلات هائلة في جميع أنحاء العالم. على الرغم من صعوبة العثور على إحصائيات بهذا الشأن، يعتقد علماء الأنثروبولوجيا أن متوسط العمر الافتراضي للإنسان على مدار المائتي ألف سنة الأخيرة كان على الأرجح أقل من ثلاثين عاما؛ فيما يعتقد البعض أنه أقل من ذلك بكثير<sup>(232)</sup>. بعد الثورة الزراعية وبناء المدن، بدأ طول العمر يتصاعد ببطء، ولكن لم يصل متوسط طول العمر إلى 40 عاما حتى منتصف القرن التاسع عشر<sup>(233)</sup>. ولكن في السنوات المائة والخمسين الأخيرة، ارتفع متوسط الأعمار في جميع أنحاء العالم إلى التاسعة والستين - وفي معظم البلدان الصناعية يصل الآن إلى أواخر السبعينيات<sup>(234)</sup>.

لعبت التحسينات في المرافق الصحية، والتغذية، والرعاية الصحية - لاسيما إنتاج المضادات الحيوية واللقاحات، والأدوية الحديثة الأخرى - دورا مهما في زيادة طول الأعمار. ولكن مستويات التعليم، ومحو الأمية، وتوزيع المعلومات حول الرعاية الصحية كانت له أيضا تأثيرات كبيرة. الوصول إلى المعلومات عبر الإنترنت عن الصحة والسلامة بدأت أيضا تؤدي دورا أكثر أهمية. وقد زادت العولمة والتمدد أيضا من حجم هذه العوامل في بعض البلدان، ما أدى إلى زيادات أسرع في طول العمر. من المتوقع أن تضاعف الصين نسبة سكانها المتمثلة بأولئك الذين في سن الخامسة والستين وما فوق في السنوات الخمس والعشرين المقبلة<sup>(235)</sup>.

لا تمثل النسبة الأكبر من كبار السن في بعض البلدان سوى صورة واحدة فقط عن كيفية حدوث التغييرات في المجتمعات ليس عن طريق الحجم المطلق للسكان فحسب، بل أيضا عن طريق التغيرات في التوزيع في مختلف الفئات العمرية. عندما يدخل جيل طفرة المواليد في القوى العاملة، يمكن أن تشهد المجتمعات التي لديها وفرة من فرص العمل التي تحتاج من يشغلها إلى مكاسب إنتاجية هائلة. ولكن بعد سنوات، عندما يصبح الجيل نفسه في عمر الشيخوخة،

سيكونون في بعض الأحيان أقل قدرة على التكيف بسرعة مع التكنولوجيا الجديدة والمطالب الجديدة للمرونة في سوق العمل، كما هي الحال في عصر شركة الأرض. وإذا أدى الانخفاض اللاحق في معدلات النسل إلى أجيال متعاقبة أصغر تدخل في سوق العمل لتحل محلها، فإن الفئة نفسها التي طالبت بالتغيير الثوري في شبابها ستبدأ بالمطالبة بمعاشات تقاعدية أكبر ورعاية صحية أفضل في أثناء شيخوختها.

تتمتع الصين بطفرة اقتصادية على مدى العقود الثلاثة الماضية، تسبب عجلتها قوى عاملة فتية. ولكن في غضون العامين المقبلين، سيبدأ عدد سكان الصين الذين في سن العمل بالانخفاض، وبحلول العام 2050 سيكون ثلث الصينيين بالكامل في سن الستين وما فوق<sup>(236)</sup>. وبالمثل، فإن النسبة المئوية لسكان الهند الذين في سن الخامسة والستين ستتضاعف خلال السنوات السبع والثلاثين نفسها، علما بأن نسبة كبار السن ستظل تمثل نصف النسبة الموجودة في الصين<sup>(237)</sup>.

شهدت اليابان طفرة اقتصادية لافتة عندما كانت أعلى نسبة من القوى العاملة لديها هي من الشباب، ولكن تزامن تباطؤها الاقتصادي على مدى العقدين الماضيين مع تقدم عمر سكانها. في العام 2012، اشترى اليابانيون حفاظات للكبار بكمية أكبر من حفاظات الأطفال<sup>(238)</sup>. ومع حلول منتصف القرن، فإن متوسط العمر لديها، الذي يعتبر الأكبر في العالم، والذي كان ثلاثة وأربعين عاما في العام 2012، سيصبح ستة وخمسين عاما. على الصعيد العالمي، من المتوقع أن يزداد المتوسط من 28 اليوم إلى 40 بحلول منتصف هذا القرن<sup>(239)</sup>.

كلما كان هناك جيل كبير للغاية من الشباب مقارنة ببقية المجتمع، يمكن أن يسهم أيضا ما يسمى بالتضخم الشبابي في الضغوط التعطيلية أو حتى الثورية إذا لم يكن لدى المجتمع عدد كاف من فرص العمل - خصوصا للذكور الذين تتراوح أعمارهم بين ثمانية عشر وخمسة وعشرين عاما. يعتقد المؤرخون الديموغرافيون أن النسبة الكبيرة نسبيا من الشبان في فرنسا قبل أكثر من 200 سنة هي التي أسهمت في ممارسة الضغوط التي أدت إلى اندلاع الثورة الفرنسية<sup>(240)</sup>. ويسري الأمر ذاته على الحرب الأهلية الإنجليزية خلال القرن السابع عشر وأغلبية الثورات في البلدان النامية<sup>(241)</sup> خلال القرن العشرين. تزامنت الثورات السياسية والثقافية في ستينيات

القرن العشرين في الولايات المتحدة مع مرحلة الشباب لطفرة المواليد التي جاءت في أعقاب الحرب العالمية الثانية<sup>(242)</sup>.

في تسعينيات القرن العشرين، وفقا لمنظمة العمل الدولية للسكان، شهدت الدول التي لديها أكثر من 40 في المائة من البالغين ممن تتراوح أعمارهم بين 15 و29 صراعات أهلية أكثر بمرتين من معدل الدول الأخرى عموما<sup>(243)</sup>، وأكثر من ثلثي الصراعات الأهلية التي حدثت منذ سبعينيات القرن العشرين وقعت في دول فيها تضخمات شبابية<sup>(244)</sup>. من بين العوامل الكثيرة التي تسببت في حدوث الربيع العربي في 2011 كان الحجم المتفاوت من جيل البالغين الشباب في معظم الدول العربية. ولكن من الجدير بالذكر، أن أحد الباعة المتجولين في تونس هو الذي أطلق شرارة الربيع العربي خلال فترة ارتفاع أسعار المواد الغذائية في جميع أنحاء العالم<sup>(245)</sup>.

واحدة من أكبر التضخمات الشبابية في العالم اليوم هي في إيران، وعلى الرغم من قمع المظاهرات في الشوارع والثورة الخضراء بوحشية، فإن الضغوط من أجل التغيير المجتمعي لاتزال تتعاظم. وبالمثل، تواجه المملكة العربية السعودية، حيث تنشط المعارضة والمظاهرات أحيانا أيضا، ضغوطا ديموغرافية مشابهة من أجل التغيير، وذلك لأن نسبة السكان المؤلفة من الشباب بين سن الخامسة عشرة والتاسعة والعشرين مرتفعة بشكل استثنائي، وعدد فرص العمل المتاحة لهم هي منخفضة بشكل استثنائي<sup>(246)</sup>.

بمعظم هذه المقاييس الديموغرافية، تتمتع الولايات المتحدة بأفاق أكثر إيجابية من العديد من البلدان المتقدمة. فمتوسط العمر لديها يتصاعد، ولكنه سيصل إلى سن 40 فقط عند حلول منتصف هذا القرن<sup>(247)</sup>. معدل النسل لديها هو أعلى من معدل الإحلال، ويرجع ذلك جزئيا إلى الهجرة و(نسل) خصوبة السكان المهاجرين<sup>(248)</sup>.

## الهجرات

في العام 2010، جاء في تقرير للأمم المتحدة أن عدد سكان المهاجرين في العالم قد وصل إلى ما يقرب من 214 مليون شخص، مما يجعل النسبة المئوية للمهاجرين بين عدد سكان الدول المتقدمة 10 في المائة<sup>(249)</sup>، أي بزيادة قدرها

7.2 في المائة عما كان الوضع عليه قبل عشرين عاما<sup>(250)</sup>. في العام الماضي والذي تتوافر إحصائيات له (2009)، انتقل 740 مليون مهاجر داخلي من منطقة إلى أخرى ضمن البلدان التي يعيشون فيها<sup>(251)</sup>. المدن هي الوجهة الرئيسة لهؤلاء المهاجرين - سواء كانوا مهاجرين خارجيين أو من أولئك الذين ينتقلون ضمن بلدانهم من منطقة إلى أخرى، ودائما ما تكون هذه الهجرة في الأغلب من المناطق الريفية إلى المدن.

أحد الاتجاهات الجديدة هو أن عدد المهاجرين الخارجيين الذين ينتقلون من أحد البلدان النامية إلى بلد آخر يساوي الآن تقريبا عدد المهاجرين الذين ينتقلون من البلدان النامية إلى البلدان المتقدمة في العالم<sup>(252)</sup>. وعلى حد تعبير الأمين العام للأمم المتحدة: «وبعبارة أخرى، فإن أعداد الذين ينتقلون «من الجنوب إلى الجنوب» على وشك أن تصبح مساوية لأعداد الذين ينتقلون «من الجنوب إلى الشمال»<sup>(253)</sup>. وبالطبع على الرغم من الفوائد العديدة للهجرة - وليس أقلها إثراء المواهب في البلدان والمناطق التي يهاجرون إليها - فإن المهاجرين الدوليين (الخارجيين) يجلبون معهم بعض الاتجاهات الخطيرة في العديد من البلدان. رُهاب الأجانب، وما يرتبط به من تمييز وعنف ضد المهاجرين - وخاصة أولئك الآتين من أعراق، وجنسيات، وثقافات، وأديان مختلفة بشكل ملحوظ عن الأغلبية السائدة في البلد الذي هاجروا إليه - أصبح أكثر حدة في المناطق التي تعاني بشدة ارتفاع معدلات البطالة بين المواطنين، وفي البلدان التي ترى أن نسبة المهاجرين الخارجيين تشكل خطرا يهدد ثقافة الأغلبية، وتقاليدهم، وازدهار مستقبلهم.

في أثينا، يخرج أنصار النازية الجدد بدوريات في الشوارع ويهاجمون بوحشية المهاجرين المسلمين المقبلين بأعداد متزايدة من عدة دول، تشمل أفغانستان، وباكستان، والجزائر<sup>(254)</sup>. في موسكو وبعض المدن الروسية الأخرى، يعتدي النازيون الجدد، حليقو الرؤوس، وغيرهم من الجماعات اليمينية المتطرفة أيضا بوحشية على المهاجرين - الذي يأتي معظمهم من مناطق مثل الشيشان عبر إقليم القوقاز، حيث توجد مجموعات سكانية كبيرة من المسلمين<sup>(255)</sup>.

يشكل المهاجرون الآن 20 في المائة أو أكثر من السكان في واحد وأربعين بلدا حول العالم؛ ثلاثة أرباع هذه البلدان لديها أقل من مليون مهاجر<sup>(256)</sup>. وهناك الآن



ثمانٍ وثلاثون دولة من الدول الكبرى يشكل فيها المهاجرون عبر الحدود نسبة 10 في المائة أو أكثر من السكان<sup>(257)</sup>.

الهند سوف تستكمل في القريب العاجل بناء سياج حديدي طوله 2,100 ميل، وارتفاعه 2.5 متر<sup>(258)</sup> على طول حدودها مع بنغلاديش. باعتبارها أكثر الدول تضررا من الآثار الأولى للتغير المناخي، شهدت بنغلاديش موجة من الهجرة الداخلية من المناطق الساحلية المنخفضة والجزر البعيدة عن الشاطئ<sup>(259)</sup> في خليج البنغال، حيث يعيش حاليا أربعة ملايين شخص<sup>(260)</sup>. ومن المتوقع أن يرتفع عدد السكان الإجمالي في بنغلاديش<sup>(261)</sup> من 150 مليون اليوم إلى 242 مليوناً على مدار العقود القليلة القادمة.

وقد كانت بنغلاديش أيضا مقصدا لعدد كبير من المهاجرين الخارجيين من أفغانستان منذ الغزو الأمريكي. أثار وجود عدد كبير بين هؤلاء المهاجرين من الجهاديين وأعضاء حركة طالبان مخاوف الهند إزاء تصاعد التطرف الإسلامي على جانب الحدود مع بنغلاديش. بيد أن الضغوط الاقتصادية المستمرة في بنغلاديش هي المصدر الرئيس الذي يدفع إلى الهجرة عبر الحدود باتجاه الهند وعبر الهند إلى وجهات أخرى.

حتى في الولايات المتحدة، حيث تعتبر الهجرة قصة تاريخية ناجحة، ولّد ازدياد عدد المهاجرين الشرعيين وغير الشرعيين في المرحلة الأولى من القرن الحادي والعشرين نوعا من الضغط الاجتماعي. يعيش حاليا عشرون في المائة من جميع المهاجرين الخارجيين في الولايات المتحدة، علما بأن لديها 5 في المائة فقط من سكان العالم<sup>(262)</sup>. خلال فترة الاثني عشر شهرا التي انتهت في يوليو 2011، فاق عدد مواليد الأطفال «غير البيض» عدد المواليد البيض لأول مرة في التاريخ<sup>(263)</sup>. القلق بشأن الهجرة غير الشرعية من المكسيك وبلدان أخرى خلال الفترة نفسها يعتبر وفق خبراء الإرهاب المحلي كعامل أساسي في ارتفاع عدد جماعات الكراهية<sup>(264)</sup>.

تشير دراسة حديثة أجراها معهد بروكينغز إلى أن «الأقليات تمثل 92 في المائة من النمو السكاني في البلاد في العقد الذي انتهى في العام 2010»<sup>(265)</sup>. انخفض عدد الأطفال البيض في الولايات المتحدة بنسبة 4.3 مليون، فيما ارتفع عدد الأطفال من أصول إسبانية وآسيوية بنسبة 5.5 مليون نسمة<sup>(266)</sup>. وبالفعل، فإن أكثر من نصف

مدن الولايات المتحدة تهيمن عليها أغلبية من الأقليات، التي يمثل أكبر جماعتين فيها المهاجرون من أصول إسبانية لاتينية بنسبة 26 في المائة والأمريكيون من أصول أفريقية بنسبة 22 في المائة<sup>(267)</sup>. يمثل المهاجرون من أصول إسبانية لاتينية الآن أكبر مجموعة من الأقليات في الولايات المتحدة الأمريكية<sup>(268)</sup>.

وصلت الجماعات الإرهابية المحلية في الولايات المتحدة إلى ذروتها بالفعل في تسعينيات القرن المنصرم وذلك بفترة وجيزة فقط قبل تفجير مبنى المكتب الفدرالي في مدينة أوكلاهوما<sup>(269)</sup>. تراجع هذا العدد بحدة على مدار أكثر من اثنتي عشرة سنة حتى فترة تنصيب باراك أوباما رئيساً، التي أفرزت في الظاهر موجة متصاعدة من جديد ما بين 2009 و2012<sup>(270)</sup> إلى مستويات أعلى بكثير من الذروة السابقة. يعزو مركز القانون الجنوبي للفقر هذا التصاعد إلى التغيرات في البنية الديموغرافية لأمريكا: «يتمثل هذا التغيير الحقيقي والمهم بكل معنى الكلمة في شخص باراك أوباما. لقد شهدنا بالطبع نموا ملحوظا في اليمين المتطرف منذ العام 2008، الذي تزامن بالضبط مع السنوات الثلاث الأولى لولاية الرئيس أوباما»<sup>(271)</sup>.

وللمفارقة، انخفض صافي الهجرة من المكسيك إلى الصفر في العام 2012، على الرغم من تواصل الهجرة من العديد من البلدان الأخرى<sup>(272)</sup>. لقد فاق تدفق المهاجرين الآسيويين إلى الولايات المتحدة أعداد المهاجرين من أصول لاتينية<sup>(273)</sup> في العام 2009. ووفقا لدراسة بروكينغز، «حتى وإن توقفت الهجرة غدا، سنصل إلى هيمنة الأغلبية الوطنية للأقليات بحلول العام 2050 (وبحلول العام 2023 إذا ما استمرت وتيرة اتجاهات الهجرة الحالية على هذا المنوال)»<sup>(274)</sup>.

يُسبب معدل المواليد المرتفع نسبيا في الأراضي الفلسطينية، مقارنة مع معدل المواليد من اليهود في إسرائيل، تغيرات في التحليلات السياسية لكل من الفلسطينيين والإسرائيليين بشأن كيفية تقييم الخيارات المحتملة لتسوية، أو على الأقل إدارة، التوتر في المنطقة. وقد أدى نفس المعدل التفاضلي للمواليد إلى زيادة قدرها سبعة أضعاف في عدد سكان الأقلية العربية الموجودة داخل حدود إسرائيل منذ أن تأسست الدولة الحديثة، ما يؤدي إلى مخاوف لطالما أعرب عنها بعض الإسرائيليين بأن الاتجاهات الديموغرافية قد تفرض في أحد الأيام الاختيار ما بين الطبيعة اليهودية لدولة إسرائيل والمبدأ الديمقراطي لحكم الأغلبية<sup>(275)</sup>.

هناك أيضا في كثير من الأحيان عواقب سلبية في البلدان التي يرحل عنها عدد كبير من المهاجرين. وأهمها المشكلة الناجمة عن هجرة الأدمغة عندما يقوم المحترفون من ذوي المهارات العالية - مثل الأطباء والممرضات - بمغادرة بلدانهم الأصلية، وذلك يعود بشكل جزئي إلى أن مهاراتهم تسهل عليهم فرص الحصول على وظائف برواتب مجزية ومستويات معيشية أعلى في البلدان المتقدمة<sup>(276)</sup>. عندما تهاجر الأسر من الطبقة الوسطى، غالبا ما يؤدي ذلك إلى تضاؤل الدعم في بلدانهم الأصلية لاستمرار الاستثمارات في المصالح العامة مثل التعليم والرعاية الصحية. في الوقت نفسه، فإن ارتفاع نسبة السكان المهاجرين والأقليات المحلية في البلدان المتقدمة يبدو أنه في بعض الأحيان يضعف العقد الاجتماعي الذي يدعم توفير المصالح الخاصة - كالتعليم العام - عندما ينجم عن ظواهر الرحيل إلى المدارس الخاصة تخفيض دعم ميزانيات المدارس الحكومية<sup>(277)</sup>.

على الرغم من ذلك، فقد تبنى العديد من بلدان المقصد سياسات مُصمَّمة لجذب المهاجرين من أصحاب المهارات العالية. وقد أدت الحاجة إلى عمال من ذوي الأجور المتدنية في كثير من البلدان المتقدمة التي لديها قوة عاملة أقل من الحد الأمثل أيضا إلى توسُّع كبير في برامج العمالة المؤقتة - خصوصا في الولايات المتحدة، وأستراليا، والمملكة المتحدة<sup>(278)</sup>. كما أن الكليات والجامعات أيضا زادت من عمليات توظيف الطلاب المهاجرين من البلدان الأجنبية.

يشهد العديد من الدول والمناطق التي يتحدر منها هؤلاء المهاجرون أيضا بعض المزايا الإيجابية، لاسيما عن طريق الحوالات المالية، خصوصا من المهاجرين الذين يهاجرون من الدول ذات الدخل المتدني والمتوسط. بلغ مجموع الحوالات المالية التي أرسلها المهاجرون إلى أسرهم 351 مليار دولار في العام 2011، ومن المتوقع أن يصل إلى 441 مليار دولار<sup>(279)</sup> في العام 2014.

يُعتقد أن كمية الحوالات التي يرسلها المهاجرون الداخلون إلى مجتمعاتهم الأصلية هي أكبر من ذلك بكثير. في الصين، يرسل المهاجرون الداخلون من المناطق الريفية في المتوسط 545 دولارا سنويا إلى مواطنهم الأصلية من المدن التي يعملون فيها<sup>(280)</sup>. في بنغلاديش، قدرت جمعية «التحالف مع فقراء المدن» أن المهاجرين من المناطق الريفية إلى العاصمة دكا يرسلون بشكل روتيني إلى مواطنهم الأصلية

ما يعادل 60 في المائة من دخلهم<sup>(281)</sup>. يُرسل المهاجرون الهنود من الولايات الفقيرة لكل من أوتار براديش، وبيهار، والبنغال الغربية، الحوالات بشكل روتيني من مومباي إلى مواطنهم الأصلية بمبالغ تشكل الأغلبية العظمى للأموال التي تتدفق إلى هذه الولايات الثلاث<sup>(282)</sup>.

## اللاجئون

إلى جانب تدفقات المهاجرين الخارجيين والداخليين توجد الأعداد المتزايدة للاجئين. وحسب المعاهدة الدولية الخاصة باللاجئين، فإن تعريف اللاجئ هو الشخص الذي، على خلاف المهاجر، يترك بلده الأصلي بسبب الخوف من العنف أو الاضطهاد. أرغم ما يقرب من 44 مليون شخص حول العالم على مغادرة مواطنهم الأصلية بسبب الصراع أو الاضطهاد القائم - والذي يصنف 15.4 مليون منهم كلاجئين - و27.5 مليون شخص آخر كنازحين بسبب العنف والاضطهاد الممارس ضد المجتمعات الجديدة داخل بلدهم<sup>(283)</sup>.

يذكر المفوض السامي لشؤون اللاجئين في الأمم المتحدة، أنطونيو غوتيريس، أن 70 في المائة من اللاجئين الحاليين يعيشون على هذه الحالة منذ أكثر من خمس سنوات، ونتيجة لذلك: «يصبح الأمر أكثر فأكثر صعوبة لإيجاد حلول لهم»<sup>(284)</sup>. هناك نحو اثني عشر مليوناً منهم من عديمي الجنسية، بمعنى أنه لا وطن لهم يذهبون إليه<sup>(285)</sup>. في السنوات الخمس الماضية، وللمرة الأولى، انتقل عدد أكبر من اللاجئين إلى المدن بدلا من مخيمات اللاجئين<sup>(286)</sup>. في حين انتقل عدد متساوٍ من المهاجرين إلى البلدان المتقدمة والنامية، يعيش 80 في المائة من اللاجئين في المناطق الفقيرة من العالم<sup>(287)</sup>.

جميع بلدان المنشأ بالنسبة إلى اللاجئين غارقة في نزاعات عنيفة، بما في ذلك الصومال، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، وميانمار، وكولومبيا، والسودان<sup>(288)</sup>. أكبر دولتي منشأ لتصدير اللاجئين هما أفغانستان والعراق<sup>(289)</sup>. القرار المشؤوم الذي اتخذته الولايات المتحدة الدول في العام 2002 في غزو العراق - ومن ثم إطالة أمد النزاع في أفغانستان أيضا، بقرار سحب القوات التي كانت تحاصر أسامة بن لادن قبل الأوان - كانت له تداعيات مؤثرة في المنطقة بأسرها، أسهمت في إغراق دول الجوار بطوفان من اللاجئين.

لقد فرّ ثلاثة ملايين أفغاني ممن شردتهم الحرب في بلادهم وتوجه معظمهم إلى باكستان (1.9 مليون أفغاني) وإيران (مليون أفغاني)<sup>(290)</sup>. وقد نزح أيضا 1.7 مليون لاجئ من العراق في الأغلب إلى الدول المجاورة<sup>(291)</sup>. في الواقع، وفقا لتقرير التنمية العالمي، أكثر من ثلاثة أرباع النازحين حول العالم تجري استضافتهم في الدول المجاورة لبلدانهم الأصلية<sup>(292)</sup>. يعيش العدد الأكبر منهم الآن في آسيا والمحيط الهادئ (2 مليون - معظمهم في جنوب آسيا)، وجنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا (2.2 مليون - 403,000 منهم في بلد واحد، وهي كينيا!)، والشرق الأوسط وشمال أفريقيا (1.9 مليون آخر)<sup>(293)</sup>.

ومع ذلك، وَجَدَ أكثر من 1.6 مليون لاجئ، والغالبية العظمى منهم من المسلمين، طريقهم إلى أوروبا، ما أدى إلى تفاقم توترات رهاب الأجانب وتزايد المخاوف من التطرف لدى المجموعات السكانية من الشباب المسلم الذين لم ينسجموا إلا بشكل ضعيف مع الحياة في أوروبا؛ ويشكل المسلمون بالفعل 5 في المائة من سكان أوروبا<sup>(294)</sup>. أدت موجة المهاجرين الخارجيين من شمال أفريقيا وجنوب آسيا إلى أوروبا أيضا إلى ظهور رهاب الأجانب من جديد، حتى في البلدان التي كانت تُعرف سابقا بالتزامها مبدأ التسامح. في الكثير من البلدان الأوروبية، عَمِلَ المزيج المكون من الضغوط الاقتصادية والأعداد المتزايدة من المهاجرين، لا سيما المهاجرين المسلمين، على إحداث خلل في التوازن السياسي حيث تقوم الجماعات اليمينية المتطرفة والجماعات الأصولية باستغلال عدم الارتياح الشعبي<sup>(295)</sup>.

الفئة الجديدة من اللاجئين الأسرع نموا هي فئة لاجئي المناخ. على رغم أنهم لا يصنّفون قانونيا كلاجئين (لأن التعريف الوارد في بروتوكول اللاجئين يتطلب أن يكون المصدر الذي يدفعهم إلى اللجوء هو الخوف من عنف أو اضطهاد الآخرين)، فإنهم مع ذلك يوصفون بشكل روتيني كلاجئين، لأن هجرتهم من بلدانهم ليست طوعية. أشار الأمين العام للأمم المتحدة بان كي مون في تقرير الأمم المتحدة حول حالة اللاجئين في العالم الصادر في يونيو 2012، إلى أن الأسباب التقليدية للتهجير القسري: «الصراعات وانتهاكات حقوق الإنسان» هي الآن «متشابكة إلى حد كبير ومتداخلة مع عوامل أخرى» يتعلق الكثير منها بـ«التقدم الدؤوب لتغير المناخ»<sup>(296)</sup>.

أعلنت إسرائيل خطة وطنية كبرى في مايو الماضي (مايو 2012) بشأن تغير المناخ تضمنت توصية لبناء «أسوار بحرية» بالقرب من حدودها البحرية على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط، متصلة بحواجز شائكة (غير سالكة) على حدودها البرية، من أجل الحماية ضد الموجة المتوقعة من لاجئي المناخ<sup>(297)</sup>. «تغير المناخ وصل إلى هنا بالفعل، ويتطلب منا استعدادات شاملة»، هذا ما قاله وزير حماية البيئة الإسرائيلي جلعاد إردان<sup>(298)</sup>. وقد أشارت الدراسة إلى أن: «نقص المياه، والاحترار وارتفاع مستوى سطح البحر، حتى لو كان ذلك سيحدث وفق جدول زمني مختلف، سوف يجلب حركات الهجرة من جميع المناطق الفقيرة إلى أي مكان يمكنهم اللجوء إليه هرباً من ذلك»<sup>(299)</sup>.

أضاف أحد قائدي الفريق اللذين يشرفان على التقرير، وهو البروفيسور أرنون سوفير من قسم الجغرافيا في جامعة حيفا، قائلاً: «إن موجة الهجرة ليست مشكلة للمستقبل. إنها مشكلة اليوم، فهي قائمة الآن... وستزداد يوماً بعد يوم». وبالإشارة إلى أن القوات البحرية الأوروبية تمنع معظم القوارب التي تحمل على متنها مهاجرين من الوصول إلى أوروبا، قال إنهم يضطرون إلى الذهاب إلى مكان آخر، ولكن «في الهند والنيبال واليابان يطلقون النار على هذه القوارب»<sup>(300)</sup>. وأشار الفريق إلى أنه من المتوقع أن ينزح لاجئو المناخ من أفريقيا، حيث جف ما يقرب من 800 بحيرة بشكل كامل خلال العقد الماضي، بما في ذلك البحيرة الكبرى سابقاً في أفريقيا، بحيرة تشاد، التي جعلت الكثير من لاجئي المناخ يتجهون شرقاً إلى داخل إقليم دارفور<sup>(301)</sup>.

وقد أسهم الجفاف المستمر والتصحر في الصومال أيضاً في الصراع العنيف الذي نشب هناك. ومن المتوقع أن يأتي لاجئو المناخ الآخرون الذين يحاولون الهجرة إلى إسرائيل من الأردن، والأراضي الفلسطينية، وسورية، ودلتا النيل في مصر<sup>(302)</sup>. بالإضافة إلى ذلك، لا يزال من المتوقع أن يأتي مزيد من لاجئي المناخ الداخليين من النقب، التي انتقل منها بالفعل الكثير من البدو إلى المدن الواقعة وسط إسرائيل. وأضاف سوفير قائلاً: «إذا كنا نريد الحفاظ على إسرائيل كدولة يهودية، فإنه يتعين علينا الدفاع عن أنفسنا مما أسميه لاجئي المناخ، تماماً كما تفعل أوروبا الآن»<sup>(303)</sup>.

كتب أخيرا مساعد وزيرة خارجية الولايات المتحدة الأمريكية كورت كامبل أن تأثير تغير المناخ في أفريقيا وجنوب آسيا، بما في ذلك «الانخفاض المتوقع في إنتاج الأغذية الطازجة ومياه الشرب العذبة، جنبا إلى جنب مع زيادة حدة الصراع الذي تشعل فتيله ندرة الموارد» من المرجح أن يولد «طفرة في عدد المهاجرين المسلمين إلى الاتحاد الأوروبي (EU)»، ما سيضاعف عدد سكان مسلمي أوروبا في غضون السنوات الاثنتي عشرة المقبلة»، وأنها سوف تكون أكبر بكثير إذا أدت، حسب ما نتوقع، الآثار الناجمة عن تغير المناخ إلى مزيد من الهجرة من أفريقيا وجنوب آسيا»<sup>(304)</sup>.

قبل بضع سنوات، قمت بزيارة جزر الكناري الإسبانية في أقصى جنوب الاتحاد الأوروبي، الواقعة قبالة ساحل غرب أفريقيا. ووجدت هناك الكثير من المحادثات التي تهيمن عليها مخاوف المقيمين من تدفق اللاجئين الذين يحاولون الهجرة عبر القوارب من أفريقيا إلى أكثر المواقع ملاءمة لدخول الاتحاد الأوروبي. في بعض السنوات، حاول أكثر من 20 ألفا من الأفارقة خوض غمار الرحلة الخطرة عبر جزر الكناري<sup>(305)</sup>.

على مدار القرن المقبل، يمكن للمجتمع الدولي أن يتوقع الملايين من لاجئي المناخ. ما يقرب من 150 مليون شخص يعيشون الآن في المناطق المنخفضة التي لا تعلو عن مستوى سطح البحر الحالي سوى متر واحد فقط أو أقل<sup>(306)</sup>. لكل متر إضافي من ارتفاع مستوى سطح البحر، سيضطر ما يقرب من 100 مليون شخص إلى هجرة الأماكن التي كانت موطننا لهم<sup>(307)</sup>. وهذا الرقم، بالطبع، لا يشمل اللاجئين من المناطق الجافة المتصحرة.

سوف نقدم وصفا لأبعاد أزمة المناخ في الفصل 6 من هذا الكتاب، إضافة إلى الاستجابات الضرورية المكلفة والصعبة. لكن ما هو واضح الآن، هو أنه حتى وإن كان احتراز الأرض العالمي في مراحله الأولى، فإن نمو الحضارة الإنسانية يضغط بالفعل بقوة على الموارد المحدودة التي تزيد من تعقيد قدرتنا على تأمين أسس الحياة الضرورية لمليارات البشر.

### المياه الجوفية والتربة السطحية المهددة بالزوال

على سبيل المثال، وفي ما يتعلق بالتربة السطحية والمياه الجوفية، هناك انفصال بين المعدل الجنوبي لاستغلال هذين الموردتين من جهة، والمعدل البطيء جدا لإعادة

توليد (تجديد) أي مورد منهما من جهة أخرى. مستودعات المياه الجوفية المتجددة تمتلئ من جديد، في المتوسط، بمعدل أقل من نصف واحد في المائة سنوياً<sup>(308)</sup>. وبالمثل، فإن التربة السطحية تتجدد بشكل طبيعي - لكن بمعدل بطيء على نحو بائس يصل إلى ما يقرب من 2.5 سنتيمتر كل 500 سنة<sup>(309)</sup>.

في غضون السنوات الأربعين الماضية، أدى الإجهاد في استغلال التربة السطحية إلى فقدان كمية كبيرة من الإنتاجية على ما يقرب من ثلث الأراضي الصالحة للزراعة على الأرض<sup>(310)</sup>. من دون اتخاذ إجراءات عاجلة، يمكن أن تتدهور حالة غالبية التربة السطحية للأرض بشكل شديد أو تضيع قبل نهاية هذا القرن. في الصين، تُفقد التربة السطحية بسرعة أكبر بسبعة وخمسين مرة من عملية الاستعاضة الطبيعية هذه؛ وفي أوروبا أسرع بسبع عشرة مرة. وفقاً للأكاديمية الوطنية للعلوم، تُفقد التربة السطحية في الولايات المتحدة بشكل أسرع بعشر مرات من إمكانية إعادة تجديدها<sup>(311)</sup>. إثيوبيا تفقد الآن ما يقرب من ملياري طن من التربة السطحية كل عام بفعل الأمطار التي تجرف التربة القابلة للتآكل أسفل المنحدرات الحادة من تضاريسها<sup>(312)</sup>.

في حالة المياه الجوفية، أدى الاستنفاد الكامل تقريباً لبعض مستودعات المياه الجوفية المهمة والانخفاض الحاد في مستويات بعضها الآخر، إلى تركيز اهتمام الخبراء في عديد من البلدان على مستقبل هذا المورد. تضاعف معدل الانحسار العالمي خلال النصف الأخير من القرن - والتوقع بأن الانحسار سيستمر في الازدياد وبوتيرة أسرع - جعل عديداً من الخبراء يشعرون بالقلق الشديد<sup>(313)</sup>. في عديد من المناطق، يتجاوز انحسار المياه عن مستودعات المياه الجوفية الآن بكثير معدل التجديد؛ والكثير من مستودعات المياه الجوفية تنخفض الآن عدة أمتار في السنة<sup>(314)</sup>.

يبدو الأمر كأننا مصابون بالعمى الطوعي عن رؤية حقيقة علاقتنا الأساسية الكامنة مع الموارد المحدودة للأرض. غير أن هذا العمى الظاهري يزداد شدة بالطريقة الأساسية التي ينتهجها العالم في حساب الموارد الطبيعية، التي تعتبر استخدامها كنوع من الدخل بدلاً من اعتبارها كنوع من السحب من رصيد رأس المال. وهذا الأمر، على حد تعبير الخبير الاقتصادي هيرمان دالي، «خطأ فادح في الحساب... ينبغي علينا على الأقل أن نضع التكاليف في كفة والأرباح في كفة أخرى ونحسب الفرق بينهما بالمقارنة»<sup>(315)</sup>.



التمييز الأساسي بين إيرادات التشغيل والسحب من رأس المال أمر جوهري، سواء كنا نجري حساباتنا لشركة أو دولة. وحسب كلمات نص المحاسبة التقليدية، إذا ما أسيء فهم هذا التمييز وجرى حسابه بشكل خطأ، فإنه يؤدي إلى «الخلط العملي بين الدخل ورأس المال»<sup>(316)</sup>. فيما يشير نص محاسبة مبدع آخر إلى أن «الدخل الصافي لأي مؤسسة خلال أي فترة زمنية هو أعلى مبلغ يمكن توزيعه على مالكيها خلال تلك الفترة ولا يزال لدى الشركة القيمة الصافية نفسها في نهاية الفترة كما في بدايتها... وبعبارة أخرى، يجب الحفاظ على رأس المال أولاً ومن ثم تستطيع الشركة كسب الدخل». وينطبق هذا المبدأ نفسه على الدول وعلى العالم برمته<sup>(317)</sup>. اعترافاً بهذا المبدأ، تبنت اللجنة الإحصائية للأمم المتحدة في العام 2012 «نظاماً للحسابات الاقتصادية والبيئية»<sup>(318)</sup> كخطوة نحو دمج العوامل البيئية الخارجية. في العام 2007، أطلق الاتحاد الأوروبي مبادرة «أبعد من الناتج المحلي الإجمالي»، ومن المقرر أن يصدر تقييم من جميع الدول الأعضاء «لرأسمالها الطبيعي» في العام 2014.

عندما حذر سيمون كوزنتس في العام 1937 من أن إساءة استخدام الناتج المحلي الإجمالي من شأنها أن تجعلنا عرضة لمثل هذه الأخطاء الحسابية ويمكن أن تؤدي إلى شكل من أشكال العمى المتعمد، ذكر أن النزاعات على الموارد قد تفاقم إلى درجة كبيرة من حجم المخاطر الكامنة في التصميم الخاطئ المسلم به لنظامه الحسابي المتقن:

الطاقة الثمينة للعقل البشري على تبسيط حالة معقدة في توصيف مُحكم تصبح خطيرة عندما لا تُكَبَّح وفق معايير محددة وواضحة. وبقياسات كمية خاصة، يشير وضوح النتيجة، بطريقة مضللة في كثير من الأحيان، إلى الدقة والبساطة في الخطوط العريضة للمادة الخاضعة للقياس. قياسات الدخل القومي تخضع إلى هذا النوع من الخيال... وبخاصة أنها تتعامل مع المسائل التي هي مركز الصراع للجماعات الاجتماعية المعارضة، حيث يتوقف مدى فعالية الحجة في الغالب على التبسيط المفرط<sup>(319)</sup>.

في مثال عن المشكلة المحددة التي كان يتوقعها كوزنتس، اليوم - في جميع أنحاء العالم - الحسابات بشأن تأثير تراجع المياه الجوفية في كثير من الأحيان في

«مركز الصراع بين الجماعات الاجتماعية المعارضة»<sup>(320)</sup>. في كثير من الأحيان، يكون لدى المسؤولين في المناطق التي يجري تقاسم موارد المياه فيها مع مناطق أو دول أخرى - والتي ستتدخل مزارعها وأعمالها إذا حصل أي تغيير في مخصصاتها من المياه - حوافز قوية للتقليل من خطورة المشكلة - ويؤجلون النظر فيها إلى المستقبل إذا كانوا لا يرغبون في التعامل معها في المدى القريب. وهذا تحدٍّ مألوف جداً لكل من يعمل على ظاهرة الاحتراز العالمي.

في واحد فقط من الأمثلة الكثيرة على هذا الشكل المعين من الإنكار، عندما زار خبير من جامعة أوكلاهوما، لوه ييكي، منطقة منغوليا الداخلية في شمال الصين قبل بضع سنوات لدراسة التصحر، دُهِش لرؤية حقول الأرز. (وهو أحد المحاصيل التي تستهلك كمية كبيرة من المياه) تسقى بمياه سمحت السلطات بضخها بمعدلات كبيرة بشكل غير مستدام من مستودعات المياه الجوفية العميقة. «من الواضح»، كما أشار بسخرية، «أن المزارعين لم يحصلوا على ما يكفي من التوجيه العلمي»<sup>(321)</sup>. القرار المؤسف بتجاهل الاستهلاك للموارد الطبيعية، في حين يجري حساب انخفاض قيمة سلع رأس المال بدقة، لربما تأثر بخبث بحالة العالم عندما اخترعت هذه الصيغة في ثلاثينيات القرن العشرين. نحن كنا لانزال في المراحل الأخيرة من الحقبة الاستعمارية، عندما كان فرض قيود على احتياطات الموارد الطبيعية لا يبدو مهماً؛ كان في مقدور الدول الصناعية ببساطة الحصول على مزيد من ممتلكاتهم الاستعمارية، حيث كانت الموارد تبدو، لجميع المقاصد والأغراض، لا حدود لها. تضاعف عدد سكان العالم ثلاث مرات منذ تبني الحسابات القومية، والوهم الخطير الذي حذر منه كوزنتس يكمن الآن في صلب فشل العالم بالاعتراف بالخطر الثنائي للاستنفاد غير المستدام لكل من التربة السطحية والمياه الجوفية.

منذ بداية الثورة الزراعية، كان كل من هذين الموردين الإستراتيجيين ضروريا لإنتاج الغذاء. بدأت عمليات ري المحاصيل قبل 7 آلاف سنة تقريبا، وزادت الثورة الخضراء في القرن العشرين من اعتماد الزراعة على الري - خاصة في الصين، حيث يعتمد 80 في المائة من المحاصيل على الري؛ والهند، حيث يعتمد 60 في المائة من المحاصيل على الري. (اعتماد الولايات المتحدة على الري أقل من ذلك بكثير)<sup>(322)</sup>.

اكتسبت السدود الكبيرة لتخزين المياه شعبية في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين. هناك الآن 45 ألفا من السدود الكبيرة في العالم، بما في ذلك السدود المشيئة على جميع أطول الأنهار في العالم البالغ عددها 21 نهرا<sup>(323)</sup>. أدى برنامج التحفيز الاقتصادي الذي أطلقه الرئيس فرانكلين ديلاانو روزفلت في ثلاثينيات القرن العشرين إلى بناء السدود على نطاق واسع عن طريق هيئة وادي تينيسي في بلدي، وإدارة الطاقة في بونفيل في منطقة شمال غرب المحيط الهادئ - وبالطبع، سد هوفر العظيم على نهر كولورادو، الذي كان الأطول في الولايات المتحدة، عندما جرى بناؤه قبل سبعين عاما<sup>(324)</sup>.

قبل الثورة الصناعية والانفجار السكاني في المدن، كان أكثر من 90 في المائة من المياه العذبة في العالم يُستخدم للزراعة<sup>(325)</sup>. في العقود الأخيرة، أدت المنافسة على المياه بين الزراعة، والتصنيع، والمدن النامية بسرعة والمتعطشة للمياه، إلى تزايد النزاعات حول المخصصات من المياه - وهي نزاعات غالبا ما يكون الطرف الخاسر فيها هو الزراعة. اليوم، أكثر من 70 في المائة من المياه العذبة في العالم تُستخدم لزراعة المحاصيل الغذائية، رغم أن 780 مليون نسمة في العالم لا يزالون يفتقرون إلى مياه الشرب الآمنة<sup>(326)</sup>. كما أشرنا سابقا، فقد حقق العالم تقدما ملموسا في خفض عدد الناس الذين يفتقرون إلى موارد المياه المحسنة (على الرغم من إحراز تقدم لا يُذكر في منع تلوث مصادر المياه العذبة - سواء موارد المياه السطحية أو الجوفية - من النفايات البشرية والحيوانية وغيرها من الملوثات).

بعض مستودعات المياه الجوفية العميقة مسدودة منذ أمد طويل عن المياه السطحية. وجدَ في أحد مستودعات المياه الجوفية التي فُتحت أخيرا في شمال شرق الولايات المتحدة، باتيسكو (تحت ولاية ميريلاند)، مياه يُقدَّر عمرها بمليون سنة<sup>(327)</sup>. وبالمثل، يوجد أيضا في كل من مستودع المياه الجوفية النوبي (تحت الصحراء)، والحوض الارتوازي الكبير (تحت شمال شرق أستراليا)، وحوض ألبرتا (تحت غرب كندا) مياه يفوق عمرها المليون سنة<sup>(328)</sup>. ولكن على الرغم من أن هذه المستودعات «الأحفورية» من المياه الجوفية غير قابلة للتجدد، يعتقد معظم العلماء أنها محدودة في احتياطي المياه فيها؛ فالغالبية العظمى من مستودعات المياه الجوفية تتجدد ببطء مع تسرب مياه الأمطار إليها.

حتى الآونة الأخيرة كانت كمية المعلومات حول معدلات استنزاف المياه الجوفية غير مكتملة في أفضل حالاتها، وحسب أحد الخبراء، فإن الخطر الذي يهدد هذا المورد هو شكل تقليدي من المقولة الشعبية «بعيدٌ عن العين، بعيدٌ عن البال»<sup>(329)</sup>. في الواقع، يجري الآن سحب الكثير من مياه مستودعات المياه الجوفية، ويعتقد الخبراء أن هذا السحب يمثل 20 في المائة من ارتفاع مستوى سطح البحر في العقود الأخيرة (على الرغم من أن العلماء يتنبأون بأن انحسار الجليد المتسارع من غرينلاند والقارة القطبية الجنوبية سوف يزيد بشكل كبير من ارتفاع مستوى سطح البحر في وقت لاحق من هذا القرن)<sup>(330)</sup>.

يوجد أعلى المعدلات لاستنزاف المياه الجوفية في شمال غرب الهند وشمال شرق باكستان، وسنترال فالي في ولاية كاليفورنيا، وشمال شرق الصين<sup>(331)</sup>. اكتشف أحد المتخصصين الصينيين في المياه الجوفية أن أحد مستودعات المياه الجوفية في شمال الصين الذي يحتوي مياهها عمرها 30 ألف سنة كان يستخدم بشكل غير مستدام لري المحاصيل في المناطق الجافة<sup>(332)</sup>. شرعت الصين في إنجاز أضخم مشروع للمياه في التاريخ - وهو مشروع نقل المياه من الجنوب إلى الشمال الذي كان قيد الإنشاء على مدى عقود، ويهدف إلى معالجة نقص المياه في شمال الصين<sup>(333)</sup>. تستخدم الآن آسيا، التي تمتلك نسبة 29 في المائة من موارد المياه العذبة في العالم، أكثر من 50 في المائة من المياه الموجودة في العالم. وفقا للأمم المتحدة، «في العام 2000، نحو 57 في المائة من عمليات سحب المياه العذبة في العالم، و70 في المائة من استهلاكها، جرى في آسيا، حيث تتموضع الأراضي الزراعية الرئيسة في العالم التي تعتمد على الري»<sup>(334)</sup>.

تمتلك أفريقيا 9 في المائة فقط من المياه العذبة في العالم، لكنها تستخدم 13 في المائة، ويتوقع خبراء الأمم المتحدة أن تزداد عمليات سحب المياه فيها بشكل مكثف جدا في العقود المقبلة<sup>(335)</sup>. أوروبا لا تستهلك سوى نسبة طفيفة فوق نسبة الاحتياطي التي لديها<sup>(336)</sup>. الأمريكتان محظوظتان بامتلاك نسبة مياه أعلى من نسبة الاستخدام، ولكن المناطق الشاسعة - لاسيما المكسيك وتلك الواقعة جنوب غرب الولايات المتحدة - تعاني بالفعل نقصا حادا في المياه<sup>(337)</sup>. في العام 2011، جرى تسيير قطع من الماشية يتجاوز المليون رأس من ولاية تكساس إلى المناطق الشمالية التي تتمتع بمراعٍ أكثر رطوبة وبرودة<sup>(338)</sup>، ولا يتوقع عودتها سوى القليل من الناس.

وفقا لدراسة أجراها معهد سكريبس، هناك «احتمال بالمناصفة» لأن تخفف بشكل كامل بحيرة ميد - وهي أكبر بحيرة من صنع الإنسان في نصف الكرة الغربي، كَوْنُها سد هوفر- قبل نهاية هذا العقد<sup>(339)</sup>. بالإضافة إلى ذلك، وفقا لوزارة الزراعة الأمريكية، انخفض مستوى المياه الجوفية تحت ثلاث من أكبر الولايات المنتجة للحبوب - كنساس، وتكساس، وأوكلاهوما - إلى أكثر من 100 قدم<sup>(340)</sup>، مما اضطر الكثير من المزارعين إلى التخلي عن الري. تعاني الأحواض الاحتياطية في ولاية جورجيا أيضا من خطر المستويات المتدنية منذ سنوات عديدة.

تحسين كفاءة استخدام المياه هو خيار ذو جدوى من حيث التكلفة لإصلاح النقص في بعض المناطق. تُسَرَّب الكثير من أنظمة توزيع المياه القديمة كميات هائلة من المياه. في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، كل دقيقتين في المتوسط ينفجر خط مياه مهم في المدن على مدار الأربع والعشرين ساعة في اليوم<sup>(341)</sup>. لقد بُني بعض أقسام نظم المياه الحضرية القديمة قبل ما يزيد على 160 عاما، ومنذ ذلك الحين وهي، مثل موارد المياه الجوفية «بعيدٌ عن العين، بعيدٌ عن البال»<sup>(342)</sup>. إصلاح أنابيب مياه البلدية أمر مكلف، غير أن بعض المدن بدأت تشعر ولو بشكل متأخر بضرورة تولي هذه المهمة.

وفقا لعالم البيئة بيتر غليك، ينبغي علينا أن ننظر إلى كفاءة استخدام المياه باعتبارها نبعا عملاقا لا ينضب يمكنه توفير كميات جديدة هائلة من المياه العذبة المطلوبة<sup>(343)</sup>. مع الأسف، يبدو أن هذا النبع، مثل كثير من مستودعات المياه الجوفية التي تنضب الآن بسبب الإهمال، هو أيضا «بعيدٌ عن العين، بعيدٌ عن البال». لاتزال أغلبية ممارسات الري الزراعي مسرفة بشكل مفرط<sup>(344)</sup>. إن التحول إلى استخدام تقنيات الري بالتنقيط الدقيقة علميا ذو جدوى من حيث التكلفة في معظم العمليات الزراعية، ولكن لايزال عديد من المزارعين يَسِيرُ بخطى متثاقلة نحو إجراء هذا التغيير<sup>(345)</sup>. فائدة أخرى يمكن أن نجنيها من وراء التحول لاستخدام طرق دقيقة وأكثر فعالية لعملية الري، وهي أن الري المسرف والمفرط للمحاصيل يزيد من ملوحة التربة - لأن مياه الري عادة ما تحتوي على كميات صغيرة من الملح التي تتراكم مع الاستخدام المستمر<sup>(346)</sup>.

تلقى إعادة تدوير المياه رواجاً شعبياً متزايداً. بعض المجتمعات تتطلب بالفعل استخدام المياه الرمادية - أي المياه المستعملة وغير الصالحة للشرب، لكنها آمنة لسقي النباتات<sup>(347)</sup>. المقترحات لإعادة التدوير الأكثر إثارة للجدل هي تلك التي تأخذ مياه الصرف الصحي وتزيل جميع الملوثات منها، وتنقيها، وتضعها في شبكات مياه الشرب<sup>(348)</sup>. لا يزال هناك قدر كبير من رفض المستهلكين لمثل هذه الخطط، لكن بعض المجتمعات حققت نجاحاً في تطبيق هذا النهج<sup>(349)</sup>.

يطالب عديد من الخبراء في المناطق التي يتركز فيها هطول الأمطار بحالات انهيار غزير للأمطار - تتخللها فترات أطول من الجفاف - بزيادة استخدام الأحواض (الحفَر) لتجميع أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار وتخزينها لمياه الشرب<sup>(350)</sup>. هذا الإجراء الذي كان شائعاً في السابق لم يعد محبباً بعد عملية تمديد خطوط المياه الجوفية من المستودعات الاحتياطية. أتذكر الأحواض التي كانت لدينا في مزرعة عائلتنا عندما كنت صبياً. توقفنا عن استخدامها عندما وصلت إلينا «مياه المدينة». حالة التربة السطحية في العالم مهددة أيضاً عن طريق الاستغلال نفسه المفرط الأعمى المقصود الذي تسبب في نقص المياه العذبة. في نظام المحاسبة السائد في العالم، لا تُعطى المياه أو التربة السطحية أي قيمة. لذلك، الممارسات المسرقة والهدامة التي تقلل من مخزونات هذين الموردتين ليست منظورة في الحسابات الاقتصادية للعالم. ومع ذلك، التربة السطحية إلى جانب الماء، هي الأساس تقريباً لجميع أشكال الحياة البشرية على وجه الأرض. يأتي أكثر من 99.7 في المائة من المواد الغذائية التي يستهلكها البشر من الأراضي الزراعية، وأكثر تحديداً من ستة إلى ثمانية إنشات من التربة السطحية التي تغطي ما يقرب من 10 في المائة من سطح الأرض<sup>(351)</sup>.

ومن منظور عالمي، نحن نقوم بشكل فعال بإزالة هذا المورد الحاسم بطريقة غير مستدامة، من خلال حراثة التربة القابلة للتآكل بطريقة لا مبالية، والرعي الجائر في المروج الخضراء، واستخدام الأراضي الصالحة للزراعة من أجل تشييد المباني والطرق لاستيعاب الامتداد الحضري والضواحي، والسماح بإزالة الغابات من دون مبالاة، وعدم استخدام تقنيات إدارة الأراضي التي ثبتت صحتها والتي تعيد تجديد كربون ونيروجين التربة.

في الوقت الحاضر، كل كيلوغرام من الذرة المنتجة في الغرب الأوسط الأمريكي يؤدي إلى خسارة أكثر من كيلوغرام من التربة السطحية. في بعض الدول، مثل ولاية أيوا، النسبة هي أعلى من ذلك بكثير: تبلغ الخسارة 1.5 كيلوغرام من التربة السطحية لكل كيلوغرام واحد من الحبوب. هذه المعدلات من خسارة التربة ليست مستدامة، فهي تستنزف الكربون في التربة، وبالتالي تضر بإنتاجية التربة على مر الزمن، وتسرع من انبعاث ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي<sup>(352)</sup>.

نحن نعلم مسبقاً كيف نبطئ عملية تآكل التربة وقلعها، ولكن يتطلب الأمر وجود قيادة عالمية لتعبئة المجتمع الدولي بالطريقة نفسها التي عبا فيها الرئيس فرانكلين ديلاانو روزفلت الأمم المتحدة في ثلاثينيات القرن العشرين. الزراعة العضوية سواء كانت بممارسات حراثة منخفضة أو من دون حراثة بإمكانها الحد بشكل كبير من خسارة التربة، وفي الوقت نفسه تزيد من خصوبة التربة السطحية<sup>(353)</sup>. تناوب المحاصيل، وهي تقنية كانت شائعة على نطاق واسع قبل هيمنة الزراعة الصناعية، يمكنها تجديد الكربون والنيتروجين في التربة<sup>(354)</sup>.

إحدى التقنيات الأخرى التي كانت شائعة في السابق واستُغني عنها في مناطق واسعة من العالم هي إعادة تدوير روث الحيوانات كسماد للمحاصيل. تربية الحيوانات الصناعية - وهي عملية جمع آلاف رؤوس الماشية في حظائر مزدحمة وتغذيتها بالذرة - حولت هذا السماد الطبيعي إلى فضلات سامة عالية الحمضية وضارة للمحاصيل، وبالتالي تصبح ديناً ثقيلاً بدلاً من أن تكون رصيذاً ثميناً<sup>(355)</sup>.

أظهرت دراسة مهمة قام بها في العام 2012 فريق من كبار الباحثين في جامعة مينيسوتا، بولاية أيوا، ودائرة البحوث الزراعية في وزارة الزراعة الأمريكية، أن استخدام روث الحيوانات غير السام كسماد، وتناوب المحاصيل لمدة ثلاث سنوات<sup>(356)</sup> بهدف تجديد خصوبة التربة، قلّص الحاجة إلى مبيدات الأعشاب والأسمدة الآزوتية بنسبة ما يقرب من 90 في المائة، من دون خفض الأرباح. قال أحد الباحثين، وهو البروفيسور مات ليبمان من ولاية أيوا، إن أحد الأسباب لعدم استخدام المزارعين لهذا النهج الموصى به في الدراسة هو أنه «لا توجد كلفة محددة للعوامل البيئية الخارجية».

على مدار القرن الماضي، اعتمدت الزراعة الحديثة على الاستخدام الكثيف للسماد الآزوتي الاصطناعي - 90 في المائة من التكلفة هي لقاء الغاز الطبيعي، الذي يشتق منه كل الآزوت تقريباً<sup>(357)</sup>. ومع ذلك، تباطأ نمو الإنتاجية الزراعية على رغم أن استخدام السماد لكل فدان من الأرض قد ازداد بشكل كبير<sup>(358)</sup>. فضلاً على ذلك، فإن الاستخدام المكثف للآزوت (النيتروجين) في الزراعة سبب مشاكل كبيرة لتلوث المياه في جميع أنحاء العالم لأنه يتسرب من الأراضي الزراعية مع هطول الأمطار ويغذي نمو الطحالب التي لا يمكن السيطرة عليها على نطاق واسع في المناطق الساحلية من المحيط - والمناطق الميتة، أي الخالية من مظاهر الحياة، التي تنمو في عدة مناطق المحيطات<sup>(359)</sup>، بما في ذلك الجزء من خليج المكسيك الذي يصب فيه نهر المسيسيبي. في الصين ازداد استخدام الأسمدة الآزوتية الاصطناعية بنسبة 40 في المائة في العقدين الأخيرين على الرغم من أن إنتاج الحبوب ظل مستقراً نسبياً؛ وتسرب النيتروجين هو الذي أنتج أخيراً إزهار الطحالب المذهل في الأنهار والبحيرات والمناطق الساحلية الصينية<sup>(360)</sup>.

ولدت انبعاثات النيتروجين الإضافية من احتراق الوقود الأحفوري في المصانع والمزارع، وفي السيارات والشاحنات مشاكل كبيرة في تلوث الهواء، لاسيما في الولايات المتحدة، والصين، وجنوب شرق آسيا، وأجزاء من أمريكا اللاتينية<sup>(361)</sup>. وما هو مطلوب لمعالجة هذه المشكلة هو الاستخدام الموجه والأكثر فعالية للأسمدة الآزوتية، وفرض قيود أكثر صرامة على الانبعاثات من المصانع والمركبات.

وفي حين أن منابع النيتروجين ليست محدودة، هناك حدود خطيرة ناشئة لمنابع عنصر مهم آخر للأسمدة - وهو الفوسفور، الذي يعتبر عنصراً نادراً نسبياً على الأرض. على رغم أن المصادر التقليدية للفوسفور في حالة نضوب، ضاعفت التقنيات الزراعية الحديثة استنزاف الفوسفور من الأراضي الزراعية ثلاث مرات<sup>(362)</sup>.

### اتحاد منتجي الفوسفور

أدى الإنذار الأول عن نقص الفوسفور في الرسالة التي بعثها الرئيس روزفلت في العام 1938 إلى الكونغرس، إلى القيام بعمليات بحث ناجحة على مستوى العالم عن احتياطات إضافية - بما في ذلك اكتشاف الفوسفات بالقرب من تامبا، فلوريدا،



حيث يحدث الآن 65 في المائة من إنتاج الولايات المتحدة في هذا المكان<sup>(363)</sup>. وفي حين تنتج الولايات المتحدة 40 في المائة من الذرة وفول الصويا في العالم، فهي لا تنتج سوى 19 في المائة فقط من الفوسفور في العالم، الذي يعتبر، على المدى الطويل، أمرا ضروريا لاستمرار الزراعة - ولهذا السبب تنطلق الآن عمليات البحث من جديد عن احتياطات جديدة<sup>(364)</sup>.

40 في المائة من المخزون الحالي للفوسفات في العالم (وهو الشكل الأكثر شيوعا من تشكل الفوسفور) هي في المغرب، التي أطلق عليها اسم «سعودية الفوسفور»<sup>(365)</sup>. ويوجد ثاني أكبر احتياطي من الفوسفات في الصين، التي فرضت تعريفه جمركية بنسبة 135 في المائة على الصادرات في أثناء أزمة أسعار الغذاء في العام 2008<sup>(366)</sup>. يخشى عديد من الخبراء من إمكانية حدوث تخزين مماثل للفوسفور إذا ما استمرت أسعار المواد الغذائية في الارتفاع، علما أن هناك خبراء آخرين متفائلين إلى حد اليقين في إمكانية العثور على مصادر جديدة في مواقع غير تقليدية، مثل قاع المحيط.

الفوسفور ضروري لجميع أشكال الحياة، بما في ذلك حياة الإنسان. فهو يشكل العمود الفقري للحمض النووي، من بين أمور أخرى، وهناك واحد في المائة من وزن الجسم البشري يتكون بالكامل من الفوسفور؛ في الواقع، يطرح سبعة مليارات نسمة على وجه المعمورة يوميا كميات كبيرة من الفوسفور في البول. وبعض البلدان الآن تستكشف بشكل جدي إمكانية إعادة تدوير البول من أجل زيادة مخزون الفوسفور للأسمدة<sup>(367)</sup>.

إضافة بكتيريا جرثومة المُستَجْدِرَة (الرايزوبيوم) والمتعايشات الفطرية الجذرية (مايغورهيغال) إلى التربة عند زرع البذور يمكن أن تحسّن من غلة المحاصيل وتسرع أيضا من استرداد خصوبة التربة وتعزيز احتجاز كربون التربة<sup>(368)</sup>. غرس الأشجار البقولية على مسافة كل ثلاثين قدما تقريبا كشرائط فاصلة أو كأسوار كفاية يمكن أن تجدد النيتروجين في التربة وتعطي مزيدا من الحماية ضد التآكل<sup>(369)</sup>. ترك معظم بقايا المحاصيل - كعلف الذرة - على الأرض في أثناء وبعد حصاد المحصول يمكن أيضا أن يعيد خصوبة التربة ويقلل من التآكل في الوقت ذاته<sup>(370)</sup>. استخدام الفحم النباتي (من مصادر مستدامة) بطريقة مُدارة بعناية يمكن أيضا أن تحسّن من غلة

المحاصيل وجودة التربة<sup>(371)</sup>. الحد من اللحوم كنسبة مئوية من اتباع نظام غذائي صحي يمكن أن يخفف الضغط على التربة السطحية للأرض. والتوسع في الحدائق العضوية على نطاق صغير في البلدان التي لديها فائض من الأراضي الصالحة للزراعة من المحتمل أن يضيف كميات كبيرة من المواد الغذائية الطازجة للمخزون العالمي، كما حصل في الدول الغربية عندما زرعوا فيكتوري غاردنز (حدائق النصر) خلال الحرب العالمية الثانية<sup>(372)</sup>.

لكن ربما يكون التدبير الوحيد الأكثر فعالية لحماية التربة السطحية هو استخدام رصيد الكربون carbon credit لتوفير مصدر دخل إضافي للمزارعين الذين يولون عناية كبيرة لحماية وتحسين محتوى الكربون وخصوبة التربة لديهم.

مادام العالم يتجاهل قيمة التربة السطحية في حساباته المستمرة للنمو والإنتاجية، فإن المطالب الملقاة على كاهل الزراعة عن طريق الجمع بين النمو السكاني وتزايد استهلاك الفرد من المواد الغذائية ستستمر في وضع مستقبل التربة السطحية في خطر شديد. بمعدلات الاستهلاك الحالية (التي لاتزال في ازدياد)، نحن بحاجة إلى 15 مليون هكتار إضافي من الأراضي الزراعية كل عام لمواكبة إنتاج الأغذية الإضافية اللازمة<sup>(373)</sup> لعدد السكان المتزايد. ومع ذلك، فإننا نتلف أو نخسر ما يقرب من 10 ملايين هكتار (نحو 25 مليون فدان) في كل عام<sup>(374)</sup>. في الوقت الحاضر، يؤدي الكثير من الأراضي الزراعية الإضافية التي يجري تطويرها إلى إزالة الغابات - غالبا في مناطق الغابات التي تحتوي على تربة سطحية رقيقة جدا سرعان ما تستنزف بفعل الرياح والمياه بعد اقتلاع الأشجار. فضلا على ذلك، كلما حوِّلت أراضي الغابات إلى أراض زراعية، يُفقد مزيد من التنوع البيولوجي.

في بعض النواحي، تُعدُّ أزمة التربة السطحية العالمية صدى لما حدث في الولايات المتحدة في الثلث الأول من القرن العشرين عندما قامت الجرارات الأولى التي غزت الأسواق - لجر المحاريث الأكثر كفاءة التي اخترعت قبل ثلاثة أرباع قرن من الزمان - باقتلاع العشب من المروج الخضراء القابلة للتآكل في الغرب الأوسط من أجل زراعة المحاصيل؛ وعلى مدى العقود الثلاثة التي تلت ذلك انجرفت التربة السطحية الضعيفة وجرى اقتلاعها، ما أدى إلى نشوء الطبقة الرملية Dust Bowl في ثلاثينيات القرن العشرين. وما هو ليس معروفا تماما في الولايات المتحدة المأساة الأكبر التي

عانت منها آسيا الوسطى خلال خمسينيات القرن المنصرم عندما حُرث اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفيتية مساحة هائلة من الأراضي العشبية - ومعظمها في كازاخستان (1954) - نجم عن ذلك أيضا ظهور الأطباق الرملية (العواصف الرملية) هناك<sup>(375)</sup>.

وقعت كارثة ملحمية أخرى لاستخدام الأراضي في آسيا الوسطى في ستينيات القرن المنصرم، عندما شَرَعَ اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفيتية في تنفيذ خطة قصيرة النظر لزراعة محاصيل القطن العطشى في المناطق الجافة من أوزبكستان وتركمانستان. جرى تحويل الكثير من المياه من نهري - أمو داريا وسير داريا - بحيث كاد رابع أكبر بحر داخلي في العالم، وهو بحر آرال، أن يضمحل تماما<sup>(376)</sup>. زرت بحر آرال قبل عقدين من الزمان، وشهدت من كذب المأساة التي حلت بالناس الذين كانوا يعتمدون عليه.

### العواصف الرملية المقبلة

دفعت أزمة تآكل التربة في الولايات المتحدة جيل والدي إلى اعتماد تقنيات جديدة في إدارة الأراضي. وكان أحد الإنجازات العظيمة لبرنامج «الصفقة الجديدة» الذي أطلقه الرئيس فرانكلين ديلاانو روزفلت FDR هو البرنامج الضخم لإعادة تحويل الأراضي المتآكلة إلى مروج طبيعية، إضافة إلى بذل جهود على الصعيد الوطني لمكافحة تآكل التربة<sup>(377)</sup>. لأزال أ تذكر والدي وهو يعلمني عندما كنت صبيًا صغيرًا كيفية إيقاف الأخاديد قبل أن تحدث صدوعًا في عمق التربة، وكيفية التعرف على التربة الغنية - فهي تربة سوداء بسبب الكربون العضوي في التربة.

تتزايد الآن العواصف الرملية في العصر الحديث من جديد في حجمها ووتيرتها في ظل الرعي الجائر في الأراضي الجافة وتعرض التربة القابلة للتآكل إلى درجات حرارة أعلى ورياح أقوى. «تقع الأراضي الجافة على خط المواجهة»<sup>(378)</sup> لتحديات تغير المناخ في العالم»، على حد تعبير لوك غناكادجا، الذي يرأس اللجنة المسؤولة عن اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر. وقد جاء في تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن تآكل التربة في الأراضي الجافة يشكل خطرا يهدد مسار حياة ما يقدر بنحو مليار نسمة في 100 دولة<sup>(379)</sup>. يؤثر التصحر سلبًا على التربة السطحية ويُتلف

الأراضي الزراعية الصالحة للزراعة - لاسيما في بعض مناطق أفريقيا الواقعة شمال وجنوب الصحراء الكبرى، وفي جميع أنحاء الشرق الأوسط، وفي آسيا الوسطى، وفي مناطق واسعة من الصين، حيث يسهم الرعي الجائر، وتقنيات الفلاحة الرديئة، والتوسع العمراني للمدن، إلى حد كبير، في حدوث هذه الظاهرة.<sup>(380)</sup>

في الولايات المتحدة، في شهر يوليو من العام 2011، غطت الأتربة مدينة فينيكس، في ولاية أريزونا، عندما «اجتاحت عاصفة رملية هائلة وتاريخية مساحة واسعة من ولاية أريزونا»<sup>(380)</sup>، على حد تعبير مصلحة الأرصاد الجوية الوطنية. على رغم أن هذه العواصف الترابية جنوب غرب الولايات المتحدة، التي غالبا ما تسمى بالهبوب، ليست جديدة، تعرضت مدينة فينيكس إلى عدد كبير منها على نحو غير معتاد في السنوات الأخيرة<sup>(381)</sup> - سبع عواصف رملية في العام 2011 فقط.

أجرت دائرة المسح الجيولوجي الأمريكية وجامعة لوس أنجلوس في كاليفورنيا دراسة في العام 2011 توقعت «تسارع معدلات انبعاث الغبار من تعرية الرياح» كنتيجة لتغير المناخ في جنوب غرب الولايات المتحدة. وقد نصح خبير المناخ جوزيف روم باستخدام مصطلح «تكوين الأطباق الرملية bowlification-dust» كطريقة لوصف ما الذي يخبئه الزمن للكثير من المناطق من الأراضي الجافة المتصحرة<sup>(382)</sup>. يشير ليستر براون، أحد أقدم خبراء البيئة الرواد في العالم، إلى أن المنطقتين المتصحرتين الأكثر أهمية اللتين تسببان الآن العواصف الرملية هما في شمال وسط الصين وفي مناطق وسط أفريقيا التي تقع على الطرف الجنوبي من الصحراء الكبرى. وحسب تعبير براون، «يتشكل طبقان رمليان هائلان، يقع أحدهما عبر شمال غرب الصين وغرب منغوليا، وآسيا الوسطى؛ فيما يقع الآخر في أفريقيا الوسطى»<sup>(383)</sup>.

وفقا لعالم الجغرافيا أندرو جودي من جامعة أكسفورد، تضاعف عدد العواصف الرملية من الصحراء عشر مرات خلال السنوات الخمسين الماضية<sup>(384)</sup>. يقول رئيس الاتحاد الأفريقي، جان بينغ: «إن ظاهرة التصحر تؤثر في 43 في المائة من الأراضي المثمرة، أو 70 في المائة من النشاط الاقتصادي و40 في المائة من سكان القارة»<sup>(385)</sup>.

وفي مناطق واسعة من جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا، محتوى التربة من الكربون هو الآن أقل مما كان عليه في الغرب الأوسط للولايات المتحدة تماما قبل نشوء الطبقة الرملية Dust Bowl<sup>(386)</sup>.

في نيجيريا، في حين شهد عدد السكان نمواً بلغ أربعة أضعاف على مدى السنوات الستين الماضية، تضخمت أعداد الماشية في المقابل <sup>(387)</sup> من 6 ملايين إلى أكثر من 100 مليون رأس من الماشية. ونتيجة لذلك جزئياً، تتعرض المنطقة الشمالية من نيجيريا إلى التصحر- الذي يسهم في نشوب الصراعات بين المسلمين الذين ينتقلون من الشمال إلى المناطق غير المسلمة <sup>(388)</sup> في جنوب نيجيريا. يقود النمو في تعداد السكان من البشر والماشية أيضاً إلى التنافس على الأراضي في المناطق الأخرى من أفريقيا التي تعاني من الجفاف، وقد أدى هذا الأمر إلى صراعات دموية بين الرعاة والمزارعين (الذين يتحدرون من أصول إثنية ودينية مختلفة أيضاً)، الذين تقاتلوا فيما بينهم في السودان، ومالي، وفي أماكن أخرى.

يُضر هذا الانفجار الهائل ذاته في أعداد الماشية بالمروج الخضراء المحيطة بصحراء غوبي الصينية <sup>(389)</sup> التي تتعرض للرعي الجائر، حيث تزداد أيضاً العواصف الرملية بشكل كبير. في حين تمتلك الولايات المتحدة والصين تقريباً الكمية نفسها من الأراضي الصالحة للرعي وتقريباً العدد نفسه من الماشية (80 - 100 مليون)، يوجد لدى الصين 284 مليون رأس من الأغنام والمعز مقارنة بأقل من 10 ملايين في الولايات المتحدة <sup>(390)</sup>. ووفقاً لأحدث الإحصائيات المتوافرة، تعاني الصين الآن من خسارة ما يقرب من 1400 كيلومتر مربع من الأراضي الصالحة للزراعة <sup>(391)</sup> التي تتحول إلى صحار كل عام.

استخدمت السفارة الأمريكية في الصين صوراً ملتقطة بالأقمار الصناعية لإظهار «عمليات الاندماج والاستحواذ في الصحراء» في شمال وسط الصين حيث تندمج وتتوسع اثنتان من الصحاري في منطقة منغوليا الداخلية وإقليم قانسو <sup>(392)</sup>. في إقليم شينجيانغ في شمال غرب الصين، الشيء نفسه يحدث، حيث تندمج وتتوسع أيضاً كل من صحراء تاكلامكان وصحراء كومتاغ <sup>(393)</sup>. وقد جرى النزوح جزئياً على الأقل من أكثر من 24 ألف قرية والأراضي الزراعية المحيطة بها في هذه المناطق الشمالية والغربية من الصين <sup>(394)</sup>. تتكشف أيضاً مآسٍ مماثلة في كل من إيران وأفغانستان، وكلاهما هَجَرَ بالفعل عدداً من القرى بسبب زحف الصحراء <sup>(395)</sup>.

وفيما تلفت الانتباه هذه الأيام العواصف الرملية الضخمة التي تجتاح الصين وأفريقيا، يحذر ليستر براون، «من أن هناك توسعاً هائلاً ثالثاً يحدث الآن في الأراضي

الزراعية في منطقة حوض الأمازون البرازيلية وحوض سيرادو، وهي منطقة تشبه السافانا (السهل العشبي) تحد الحوض من طرفه الجنوبي»<sup>(396)</sup>. هذه التربة قابلة للتآكل بشكل كبير والنتائج يمكن التنبؤ بها: غلة محاصيل ضئيلة، يليها تآكل في التربة على نطاق واسع. وتشمل الآثار المباشرة أيضا مزيدا من التوسع في مزارع تربية المواشي في غابات الأمازون المطيرة، ما يزيد من حجم المخاطر التي تهدد سلامة<sup>(397)</sup> النظام الإيكولوجي المهم عالميا. عانت منطقة الأمازون سابقا من فترتي «جفاف لا يمكن أن يحدث إلا كل مائة عام» في السنوات السبع الماضية<sup>(398)</sup>. مع استمرار إزالة الغابات وحرائق الغابات في منطقة الأمازون، أعرب الكثير من الخبراء عن قلقهم من أن نهر الأمازون يتعرض لخطر التحول مع مرور الوقت من أكبر الغابات الاستوائية المطيرة على الأرض إلى منطقة هائلة من الأراضي الجافة<sup>(399)</sup>.

مع التزايد المتسارع لأعداد السكان في أفريقيا والشرق الأوسط، ونقص المواد الغذائية الوشيك، من اللافت أن العالم لم يول أزمة التصحر سوى جزء ضئيل من الاهتمام. وفقا لرئيس لجنة اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر لوك غناكادجا، فإن السبب الذي لم يجعل مسألة التصحر من الأولويات العليا هو أن 90 في المائة من الأشخاص المتضررين يعيشون في البلدان النامية<sup>(400)</sup>. وهذا مثال آخر على اختلال توازن القوى في العالم - وغياب القيادة. وأضاف غناكادجا أن «ما يقف بيننا وبين الانقراض هو تلك التربة السطحية التي لا تتجاوز سماكتها الـ 20 سنتيمترا»<sup>(401)</sup>.

فقدان الأراضي الصالحة للزراعة يزداد حدة بشكل خاص في الدولة الأكثر اكتظاظا بالسكان في شمال أفريقيا. وفقا للأمم المتحدة، فإن مصر تخسر الآن بشكل لا يمكن تصوره 3.5 فدان من الأراضي الزراعية الخصبة في دلتا نهر النيل في كل ساعة - وذلك بشكل أساسي بسبب البناء الجديد والزحف العمراني للمدينة من أجل توفير مساكن إضافية لإيواء عدد سكان مصر المتسارع في النمو<sup>(402)</sup>.

بالإضافة إلى ذلك، فإن ارتفاع مستوى سطح البحر في منطقة البحر الأبيض المتوسط يدفع بالفعل مستودعات المياه المالحة إلى التصاعد في المناطق القريبة من الساحل، ما يؤدي إلى فقدان الأراضي الزراعية بسبب التملح<sup>(403)</sup>. يحدث التملح أيضا في دلتا نهر الغانج الغني، ودلتا نهر ميكونغ، وغيرهما، مما يسمى بمناطق الدلتا الكبرى<sup>(404)</sup>. ارتفاع متر واحد في مستوى سطح البحر - من المتوقع أن يحدث

أقل من ذلك خلال هذا القرن - من شأنه أن يُغرق نسبة كبيرة من التربة الأكثر خصوبة في دلتا النيل - التي يأتي منها 40 في المائة من إنتاج مصر من الغذاء<sup>(405)</sup>.

تزيد الضغوط الناجمة عن التوسع في استخدام الزراعة المعتمدة بشكل كثيف على استخدام المياه، والنمو السكاني، والتوسع الاقتصادي، من حدة التوترات بشأن مخصصات مياه النهر في عدة مناطق من العالم، حيث تؤثر إدارة الأنهار والسدود على مستجمعات المياه التي تتقاسمها عدة بلدان. تتصاعد احتمالات النزاع في مستجمعات مياه نهر النيل، حيث تستفيد الآن الدولة الأكثر اعتماداً على نهر النيل، وهي مصر، من مخصصاتها من الغالبية العظمى من مياه النيل. غير أن إثيوبيا، حيث يوجد 85 في المائة من منابع مياه النيل، وإن لم يكن يُستهلك سوى القليل جداً من هذه المياه، سوف تضاعف من عدد سكانها في السنوات السبع والثلاثين المقبلة - والسودان، الذي يعتمد أيضاً على نهر النيل، من المتوقع أن يزيد عدد السكان لديه بنسبة 85 في المائة خلال الفترة نفسها<sup>(406)</sup>.

إلى الشرق من مصر، أدى القرار الذي اتخذته تركيا باحتكار الجزء الأكبر من منابع مياه نهري دجلة والفرات إلى تزايد الشكاوى من قبل العراق وسورية بأنهما لا يحظيان بمعاملة عادلة بشأن مياه هذين النهرين<sup>(407)</sup>. كل من العراق وسورية استنزف بشكل مفرط مستودعات المياه الجوفية التي لديه في سياق بحثه عن حل لهذه القضية. وبالمثل، تثير جهود الصين الرامية إلى احتكار نسبة أكبر من مياه الأنهار، التي تتدفق إلى جنوب شرق آسيا والهند، التوترات، والتي سوف تزداد سوءاً مع تزايد عدد السكان في جميع البلدان المتضررة<sup>(408)</sup>. في الولايات المتحدة، وصلت النزاعات المتنامية حول مخصصات المياه في الغرب من نظام نهر كولورادو إلى أروقة المحاكم<sup>(409)</sup>. غير أن السبب الأساس في كل هذه المستجمعات المائية العملاقة الأربعة هو نفسه: العرض أقل بكثير من حجم الطلب المتزايد على المياه.

أفرزت الصراعات بين الدول، للوصول إلى منابع المياه العذبة، عبر التاريخ مجموعة قليلة جداً من الحروب، علماً أن الصراعات داخل الدول على المياه غالباً ما أنتجت توترات اجتماعية واشتباكات عنيفة في بعض الأحيان. على النقيض من ذلك، فإن النزاعات على الأراضي بالطبع تسببت في كثير من الأحيان في نشوب حروب في الماضي.

## صراع جديد في أفريقيا

في ظل اقتصاد العولمة الجديد، شَرَعَت بعض الدول التي تعاني ازديادا حادا في عدد السكان ونقص موارد التربة السطحية والمياه لأغراض الزراعة، في تنفيذ مشاريع واسعة النطاق لشراء مساحات شاسعة من الأراضي الصالحة للزراعة في البلدان الأخرى - ولاسيما في أفريقيا، حيث يوجد ما يقدر بثلاث الأراضي الصالحة للزراعة غير المزروعة في العالم. درجة سيطرة الحكومات الأفريقية - والنخب التي تدير الكثير من هذه الأراضي - على حقوق الملكية هي أكبر بكثير في أجزاء كثيرة من أفريقيا حيث تُتجاهل بسهولة بالغة حقوق الملكية القبلية التي سبقت الحقبة الاستعمارية.

تعمل الصين، والهند، وجمهورية كوريا، والمملكة العربية السعودية، ودول أخرى، إلى جانب الشركات المتعددة الجنسيات وصناديق التحوط أيضا التي تستثمر الأموال من جامعات الولايات المتحدة، على شراء كميات كبيرة من الأراضي في أفريقيا لإنتاج القمح والمحاصيل الأخرى من أجل سد حاجتها الاستهلاكية من هذه المحاصيل والبيع في الأسواق العالمية. يقول ماكامبو لوتوروبو، المسؤول في منظمة كينية غير حكومية، اسمها «أصدقاء بحيرة توركانا»: «إنه الاستعمار الجديد، وهو أشبه بالصراع الذي كان في أفريقيا في القرن التاسع عشر حينما كانت مواردنا تُستباح من أجل تطوير العالم الغربي»<sup>(410)</sup>.

«لا يوجد أدنى شك»<sup>(411)</sup> في أن الأمر لا يقتصر على الأرض فقط، بل هي مسألة تتعلق أيضا بالمياه» على حد تعبير فيليب وودهاوس من جامعة مانشستر. يضيف ديفلين كوويك، الذي يعمل باحثا لدى منظمة غرين «الحبوب» Grain، وهي منظمة غير حكومية متخصصة في قضايا الأغذية والزراعة، قائلا: «إن الدول الغنية لا توجه أنظارها إلى أفريقيا»<sup>(412)</sup> من أجل تحقيق عوائد مجزية لرؤوس أموالها فحسب، بل أيضا من أجل استخدامها أيضا كبوليصة تأمين».

أدى ذلك إلى ازدهار العقارات الزراعية في أفريقيا<sup>(413)</sup>. أكثر من ثلث الأراضي في ليبيريا، على سبيل المثال، جرى بيعه لمستثمرين من القطاع الخاص<sup>(414)</sup>. ووفق تحليل أجرته مجموعة «مبادرة الموارد والحقوق»، وهي تحالف دولي من منظمات غير حكومية مقره واشنطن، أبرمت جمهورية الكونغو الديمقراطية اتفاقيات مع



ملّك أجنب لتسليم 48.8 في المائة من أراضيها الزراعية؛ كما وقعت موزمبيق عقوداً مع مزارعين أجنب لتسليم 21.1 في المائة من أراضيها<sup>(415)</sup>. ما يقرب من 10 في المائة من الأراضي في جنوب السودان (وفقاً لمحللين نرويجيين) - و25 في المائة من أفضل مساحات الأراضي المحيطة بالعاصمة - جرى بيعها للمستثمرين بعد نيل البلاد استقلالها<sup>(416)</sup> في العام 2011. وتوصلت الصين إلى اتفاق مع جمهورية الكونغو الديمقراطية لزراعة أشجار زيت النخيل من أجل إنتاج الوقود الحيوي على 2.8 مليون هكتار من الأراضي. هناك خلاف بين الخبراء حول نسبة الأراضي في هذه المبيعات الأفريقية الهائلة التي تستخدم لإنتاج الوقود الحيوي. لقد قدّر البنك الدولي في العام 2009، أن نسبة 21 في المائة من هذه الأراضي استُخدمت لإنتاج الوقود الحيوي؛ فيما قدرت منظمة التحالف الدولي للأراضي أن نسبة 44 في المائة من الأراضي كانت مخصصة لإنتاج الوقود الحيوي<sup>(418)</sup>.

حاولت الشركة المتعددة الجنسيات دايو الكورية الجنوبية شراء ما يقرب من نصف الأراضي الصالحة للزراعة في مدغشقر، غير أن أعمال الشغب العام هناك أدت إلى إلغاء العقد (اشترت شركات كورية جنوبية 700 ألف هكتار من الأراضي في شمال السودان لزراعة القمح، حسب دراسة أجرتها صحيفة الغارديان، واشترت الإمارات العربية المتحدة نسبة أكبر بقليل<sup>(419)</sup> - 750 ألف هكتار من الأراضي).

في إثيوبيا، التي وُقعت فيها عقود مع أجنب لتسليم 8.2 في المائة من الأراضي الزراعية، نقلت صحيفة الغارديان عن أوتشالا ناكاو، الذي يتحدر من منطقة غامبيلا ويعيش الآن في المملكة المتحدة، قوله: «إن الشركات الأجنبية تصل بأعداد كبيرة، وتسلب الناس الأراضي التي كانوا يستخدمونها منذ قرون. لا يوجد أي تشاور مع السكان الأصليين. تتم الصفقات سرا. الشيء الوحيد الذي يراه السكان المحليون هو قدوم أناس مع عدد كبير من الجرارات لغزو أراضيهم. جرى الاستيلاء على جميع الأراضي المحيطة بقرية عائلتي إيليا ويجري إخلاؤها حالياً. يُفرض على الناس الآن العمل لمصلحة شركة هندية. سُلبت أراضيهم عنوة ولم يمنحوا أي تعويض. الناس لا يستطيعون تصديق ما يحدث. سوف يتضرر آلاف الناس ويعانون الجوع»<sup>(420)</sup>.

بادر البنك الدولي تقارير عن الصفقات الدولية لامتلاك الأراضي الزراعية بين العامين 2008 و 2009، وخُلصَ إلى أنه خلال فترة العامين تلك اشترت الدول

الأجنبية والشركات ما يقرب من 80 مليون هكتار من الأراضي تقريبا - أي ما يقارب مساحة دولة مثل باكستان - وأن ثلثي<sup>(421)</sup> هذه الصفقات أبرم في أفريقيا. فضلا عن الحجم الهائل لمشتريات الأراضي الدولية وعقود الإيجار الطويلة الأجل في أفريقيا، سلّطت المنظمات غير الحكومية الأفريقية والدولية الضوء على مخاوف أخرى تشمل مشاكل تخص استخدام المياه، وإدارة التربة، وتأثير ذلك على المزارعين المحليين الذين أصبحت حقوقهم التي كانوا يتمتعون بها في حيازة الأراضي قبل فترة الاستعمار غير قابلة للتنفيذ. في أوغندا، التي وُقعت فيها اتفاقيات لتسليم 14.6 في المائة من الأراضي الزراعية إلى مزارعين أجانب، رفع 20 ألف شخص دعوى يدّعون فيها أنهم طُردوا ظلما<sup>(422)</sup> من أراضيهم؛ والقضايا لاتزال معلقة في المحاكم الأوغندية.

بعد فحص أكثر من ثلاثين دراسة في هذه المسألة، خلّص المعهد الدولي للبيئة والتنمية إلى أن العديد من الاستثمارات الأجنبية الواسعة النطاق فشلت بالفعل بسبب الحسابات الخطأ فيما يتعلق بالصعوبات في تمويل المشاريع<sup>(423)</sup> أو خطط الأعمال غير الواقعية. جزء من المشكلة الأساسية هو عدم التوازن الإجمالي في السلطة السياسية، حيث تتعامل النخب في الحكومات غير الديمقراطية مع الشركات المتعددة الجنسيات والدول الأجنبية لتحقيق أرباح قصيرة الأجل على حساب استدامة قدرة بلادهم على إنتاج الغذاء، وغالبا ما تكون على حساب المزارعين الفقراء الذين يطردون من أراضيهم عندما تُنقل الملكية.

اضطرت العديد من الدول التي تعاني من فقدان التربة السطحية، والتراجع الحاد في غلة المحاصيل، ونقص المياه العذبة، إلى زيادة حجم وارداتها من المواد الغذائية. قد يكون للمملكة العربية السعودية آخر حصاد للقمح في العام 2013؛ فقد أعلنت المملكة سابقا أنها سوف تعتمد كليا على واردات القمح بحلول العام 2016<sup>(424)</sup>. في سبعينيات القرن المنصرم، وخشية منها أن يجعلها الدور المركزي الذي قامت به في تنظيم حظر تصدير النفط لمنظمة أوبك عرضة لحظر مضاد على واردات الحبوب التي تعتمد عليها بشكل كبير لإطعام شعبها، أطلقت المملكة العربية السعودية برنامجا عاجلا لتقديم العون المالي (بتكلفة تقارب 1000 دولار للطن الواحد) لدعم زراعة القمح ورأيها من مستودع مائي عميق غير متجدد<sup>(425)</sup>

يقع تحت شبه الجزيرة العربية. بيد أنها أدركت متأخرا بعد سنوات لاحقة أنها كانت تستعجل استنزاف مياه المستودع وأعلنت إلغاء البرنامج. وقال نائب وزير الزراعة السعودي للبحث والتطوير عبد الله العبيد: «إن قرار استيراد القمح جاء للحفاظ على المياه». تستهلك الزراعة من 85 إلى 90 في المائة من المياه في المملكة العربية السعودية، و80 إلى 85 في المائة من تلك المياه تأتي من مستودعات المياه الجوفية<sup>(426)</sup>. (وفي أماكن أخرى في المنطقة، حظرت إسرائيل عمليات ري القمح في العام 2000).

### المحيطات

دفعت حاجة عديد من الدول إلى تلبية الطلب المتزايد على المياه العذبة والمواد الغذائية، وخاصة البروتين، إلى توجيه الأنظار إلى المحيطات للإغاثة. المملكة العربية السعودية هي واحدة من الكثير من الدول التي تحلم منذ أمد طويل بأن الحل المنطقي لمشاكلنا المائية مرتبط في نهاية المطاف بتحلية مياه البحر<sup>(427)</sup>. فبعد كل شيء، فإن 97.5 في المائة من مجموع المياه الموجودة على وجه الأرض هي مياه مالحة، ومعظم الخطط للتعامل مع النقص الحالي والمتوقع للمياه العذبة تشمل استخدام وتخصيص نسبة الـ 2.5 في المائة المتبقية من موارد المياه على الأرض - 70 في المائة من المياه الموجودة على الأرض محبوسة تحت طبقات الجليد والثلوج الموجودة في القارة القطبية الجنوبية وغرينلاند<sup>(428)</sup>.

مع الأسف، وعلى رغم توافر أفضل التكنولوجيات حاليا، فإن كمية الطاقة المطلوبة لإزالة الملح والمعادن الأخرى من مياه البحر هائلة إلى درجة أن المملكة العربية السعودية الغنية بالطاقة لا تستطيع تحمل تكلفتها<sup>(429)</sup>. ما هو مفيد أكثر، من وجهة نظرهم، هو بيع النفط الذي كان يتعين عليهم حرقه في محطات تحلية المياه واستخدام المال لتمويل عمليات شراء استخدام الأراضي الغنية بالمياه في أفريقيا<sup>(430)</sup>. هناك، بالطبع، الكثير من محطات تحلية المياه في العالم، بما في ذلك في المملكة العربية السعودية<sup>(431)</sup>. ومع ذلك، فإن الكميات المنتجة لاتزال صغيرة نسبيا والتكلفة للاستفادة بشكل أكبر من التحلية لسد حاجات العالم المتنامية من المياه لا يمكن تحملها ماليا.

على رغم ذلك، هناك العديد من العلماء والمهندسين الذين يعملون من أجل ابتكار تقنيات جديدة لتحلية المياه ذات جدوى من حيث التكلفة. يعتقد البعض أن هذا التحدي هو سبب آخر يدفع العالم إلى الشروع في بذل جهود دولية كبيرة واسعة النطاق للحد السريع من التكلفة القائمة حالياً بالاستفادة من الطاقة الشمسية. لقد رأيت الكثير من خطط العمل المثيرة للاهتمام التي تهدف إلى حل هذه المشكلة، ولكن لا يبدو أن أيًا منها حتى الآن قابل للتحقيق من الناحية المالية. كمقياس لمدى اليأس الذي يمكن أن يسببه نقص المياه، قدم أحد الأمراء السعوديين، وهو محمد الفيصل، تمويلًا لمهندس فرنسي، جورج موجان، لوضع خطة عمل لاقتطاع أقسام من الجبال الجليدية في شمال المحيط الأطلسي ومن ثم سحبها إلى المناطق التي تعاني الجفاف الشديد<sup>(432)</sup>. وفقًا لحساباتهم، فإن 30 مليون طن من جبل الجليد يمكن أن توفر مياهًا عذبة تكفي 500 ألف نسمة لمدة عام<sup>(433)</sup>. في العادة يتطلب إنتاج المحاصيل الغذائية، بطبيعة الحال، كلا من المياه العذبة والتربة السطحية. ومع ذلك، فقد أعلن بعض المتفائلين بقدرة التكنولوجيا إمكانية زراعة المحاصيل من دون التربة السطحية في مرافق الزراعة المائية حيث يجري تعليق النباتات على حمالات وتزويدها بكميات وافرة من الماء، والمغذيات، وضوء الشمس<sup>(434)</sup>. مع الأسف، فإن الزراعة المائية هي المكافئ الغذائي لعملية تحلية المياه؛ فهي باهظة التكاليف إلى حد حظرها، وذلك لأنها تعتمد بشكل كبير أيضًا على الطاقة.

غير أن هناك مصدرًا واحدًا للبروتين عالي الجودة لا يتطلب التربة السطحية، وهو المأكولات البحرية. اليوم، يعتمد أكثر من 4.3 مليار شخص على الأسماك لما يقارب 15 في المائة<sup>(435)</sup> من استهلاكهم من البروتين الحيواني. لكن، مع الأسف، الطلب على الأسماك يفوق العرض بكثير. فقد زاد استهلاك الأسماك بشكل ملحوظ بسبب اتجاهين مألوفين: نمو عدد السكان ونمو نصيب الفرد الواحد من الاستهلاك. على مدى نصف القرن الماضي، ارتفع متوسط استهلاك الشخص من الأسماك عالميًا من 22 رطلاً للشخص الواحد في السنة إلى ما يقارب 38 رطلاً<sup>(436)</sup> في العام 2012. ونتيجة لذلك، فإن الغالبية العظمى من مصائد الأسماك في المحيطات جرى الإفراط في استخدامها إلى درجة أن ثلث الثروة السمكية في المحيطات تقريبًا في خطر<sup>(437)</sup>.

وفقا للأمم المتحدة. مخزونات الأسماك الكبيرة - سمك التُن، وأبو سيف، ومارلن، والقُد، والهلبوت، والسمك المفلطح، على سبيل المثال، انخفضت أعدادها بنسبة 90 في المائة منذ ستينيات القرن المنصرم<sup>(438)</sup>.

على الرغم من أن عوامل أخرى تؤدي دورا - بما في ذلك تدمير الشعاب المرجانية والتغيرات في درجة حرارة المحيطات والحموضة الناجمة عن تلوث الاحترار العالمي - فإن الاستغلال المفرط لمصائد الأسماك في المحيطات هو السبب الرئيس لهذا الانخفاض. وصل العالم إلى «الذروة في صيد الأسماك» قبل خمسة وعشرين عاما<sup>(439)</sup>. وفقا لأمانة الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي، «نحو 80 في المائة من الثروة السمكية البحرية في العالم التي تتوافر معلومات تقديرية عنها هي إما مستغلة بشكل كامل أو أن هناك إفراطا في استغلالها... انخفض متوسط الحد الأقصى لحجم الأسماك التي يجري صيدها عالميا بنسبة 22 في المائة منذ العام 1959 بالنسبة إلى جميع المجتمعات التي جرى تقييمها. وهناك أيضا اتجاه متزايد لحدوث انهيارات في مخزونات الأسماك مع مرور الوقت، حيث انهار 14 في المائة من المخزونات التي قُيِّمت في العام 2007»<sup>(440)</sup>.

والأخبار السارة هي أن مصايد الأسماك في المحيطات، التي تدار بعناية، يمكن أن تستعيد عافيتها وهذا ما يحدث. لقد قادت الولايات المتحدة الطريق في إجراء مثل هذه الحماية، والكثير من مصايد الأسماك في الولايات المتحدة هي الآن تتحسن في سلامتها ووفرته. أصدر الرئيس جورج دبليو بوش تشريعا لإنشاء نظام حماية ممتاز لمنطقة بحرية كبيرة في المحيط الهادئ<sup>(441)</sup> شمال غرب جزر هاواي. ومع ذلك، لم تحذُ معظم البلدان حذو الولايات المتحدة في القيود المفروضة على الصيد الجائر، ولا يزال استهلاك الأسماك العالمي يتواصل بازدياد مطرد.

يجري الآن تأمين معظم الزيادة المستمرة في استهلاك الأسماك من الأسماك المستزرعة. ومع ذلك، هناك مخاوف متزايدة بشأن التوسع السريع في تربية الأحياء المائية - 61 في المائة منها سوف يحدث في الصين<sup>(442)</sup> على مدى السنوات السبع المقبلة. الأسماك المستزرعة لا تملك الخواص الصحية ذاتها للأسماك الطبيعية وغالبا ما تكون ملطخة بالملوثات، والمضادات الحيوية، ومضادات الفطريات - لاسيما إذا كانت مستوردة من الصين أو غيرها من الولايات القضائية التي تفتقر إلى التطبيق

السليم للقوانين البيئية<sup>(443)</sup>. بالإضافة إلى ذلك، تُغذى معظم الأسماك المستزرعة بكميات كبيرة من الأسماك الطبيعية الأصغر المُعالَجة لتصبح طعاماً مجهّزاً للأسماك. يُغذى سمك السلمون، على سبيل المثال، بنسبة خمسة أربال من الأسماك الطبيعية لكل رطل واحد مُنتَج من سمك السلمون المستزرع<sup>(444)</sup>. وبالتالي، فإن عمليات صيد كميات هائلة من الأسماك الصغيرة في المحيطات يسبب الآن مزيداً من الانقطاع في السلسلة الغذائية في المحيطات.

خلال رحلة استكشافية إلى القطب الجنوبي في العام 2012، تحدثت مع بعض العلماء الذين يشعرون بقلق عميق إزاء الإفراط في استغلال الثروة البحرية من سمك الكريل في المحيط المتجمد الجنوبي، وذلك بشكل كبير لتحويله إلى طعام للأسماك والحيوانات الأليفة. وقد لاحظت وزارة الزراعة الأمريكية أن الإفراط في استغلال ما يسمى الأصناف الصناعية التي تستخدم لإنتاج وجبات الأسماك بدلا من الاستهلاك البشري المباشر، سوف يبدأ في فرض قيود على إنتاج وجبات الأسماك وزيت السمك لتربية الأحياء المائية في العام 2013. يُصنع الآن أكثر من نصف طعام الأسماك في الزراعة<sup>(445)</sup> من البروتينات النباتية، ويحاول بعض المصنعين رفع هذه النسبة، لكن لا يزال من الصعب توفير المغذيات الأساسية بشكل اقتصادي من دون وجبات الأسماك.

بالإضافة إلى ذلك، فإن أي توسع كبير في البروتينات النباتية المخصصة لتربية الأحياء المائية سوف يمثل أيضا تحوُّلاً آخر للأراضي الصالحة للزراعة من إنتاج المواد الغذائية التي يمكن استهلاكها مباشرة من قبل الناس.

الإفراط في استغلال المحيطات، مثل الاستنزاف غير المسؤول لموارد العالم من المياه العذبة والتربة السطحية، زاد من توجيه الأنظار إلى الهندسة الوراثية للنباتات والحيوانات - لمنحها خواص تمكنها من الازدهار في ظل الظروف الجديدة التي ننشئها في العالم. على الرغم من أن أكثر من 10 في المائة من جميع الأراضي الزراعية<sup>(446)</sup> تُزرع الآن بمحاصيل معدلة وراثياً، فإن القضايا التي تثيرها معقدة كما سنرى.

## إعادة اكتشاف الحياة والموت

للمرة الأولى في التاريخ، يخلق العالم الرقمي للبشر قدرة جديدة على تغيير تكوين الكائن البشري. التقاء الثورة الرقمية مع ثورة علوم الحياة لا يغير فقط معرفتنا وطريقة تواصلنا، وطبيعة أعمالنا وطريقة تنفيذها فقط - بل بدأ يغير تكويننا كبشر.

وبالفعل، تؤدي الاستعانة بالمصادر الخارجية والروبوتات الخاصة باللبات الوراثية، والكيميائية الحيوية، والهيكلية لبناء الحياة ذاتها إلى ظهور أشكال جديدة من الميكروبات، والنباتات، والحيوانات، والبشر. نحن نعبر الحدود القديمة: الحد الذي يفصل نوعا عن آخر، والحد الفاصل بين الناس والحيوانات، والتمييز بين الكائنات الحية والآلات التي من صنع الإنسان.

في الميثولوجيا، كانت الخطوط التي تقسم القوى بين تلك التي من صلاحيات الآلهة وتلك

«نظرا إلى الاهتمام الكبير الذي تم إيلاؤه للأمراض المعدية، فإن الأسباب الرئيسية التي تؤدي إلى الوفاة في العالم اليوم، وفقا لمنظمة الصحة العالمية، هي الأمراض المزمنة غير المعدية»

التي يُسمح للبشر بامتلاكها موسومةً بتحذيرات؛ وكانت التجاوزات لهذه الخطوط تلقى عقاباً شديداً. ومع ذلك، لم تأتِ آلهة، ولا حتى زيوس، لتحظر علينا إدخال الجينات البشرية في الحيوانات الأخرى<sup>(1)</sup>؛ أو تكوين مخلوقات هجينة عن طريق خلط جينات العناكب والمَعز<sup>(2)</sup>؛ أو إجراء عملية جراحية لزرع رقائق الكمبيوتر السيليكونية في المادة السنجابية للأدمغة البشرية<sup>(3)</sup>؛ أو توفير قائمة جينية من الصفات الوراثية القابلة للاختيار بالنسبة إلى الآباء الذين يرغبون في تصميم أطفالهم<sup>(4)</sup>.

يأخذنا استخدام العلم والتكنولوجيا في محاولة لتعزيز الكائنات البشرية إلى ما هو أبعد من الحدود الخارجية للخرائط المعنوية والأخلاقية والدينية التي ورثناها عن الأجيال السابقة. نحن الآن في أرض مجهولة، حيث تشير الخرائط القديمة في بعض الأحيان إلى ذلك بعبارة «هناك يوجد وحوش» (There Be Monsters)<sup>(5)</sup>، ولكن أولئك الذين كانوا يتحلون بالشجاعة الكافية للإبحار إلى المجهول كانوا في الغالب يكافأون بشكل مُجزٍ، وفي هذه الحالة، فإن المجتمع العلمي يعلمنا بثقة كبيرة أنه في مجال الرعاية الصحية وغيرها من المجالات هناك تقدم عظيم في انتظارنا، على الرغم من أننا في حاجة إلى التحلي بالحكمة لاتخاذ قرار بشأن كيفية المضي قدماً.

عندما يستحوذ البشر على قوة جديدة لم يسبق تصورها من قبل، غالباً ما تخلق التجربة مزيجاً من الابتهاج والرغبة. في تعاليم الأديان الإبراهيمية، حُكم على الرجل الأول والمرأة الأولى بحياة حافلة بالكدح عندما استوليا على المعرفة التي كانت محرمةً عليهما<sup>(6)</sup>. عندما سرق بروميثيوس النار من الآلهة، حُكم عليه بالعذاب الأبدي. وفي كل يوم، كانت النسر تنهش من لحمه وتلتهم كبده، ولكن في كل ليلة كان كبده يولد من جديد لكي يتمكن من تحمل آلام المصير نفسه في صباح اليوم التالي<sup>(7)</sup>.

ومن المفارقة أن العلماء في جامعة ويك فورست يعملون الآن عن طريق الهندسة الجينية لاستبدال الأكياد بالمفاعلات الحيوية الموجودة في مختبراتهم<sup>(8)</sup> - ولا أحد يشك في أن عملهم الرائد يتمتع بالجودة الخالصة. تُولد آفاق التقدم في جميع أشكال الرعاية الصحية تقريباً الابتهاج في العديد من مجالات البحوث الطبية - علماً أنه من الواضح أن الثقافة وممارسة الطب، جنباً إلى جنب مع كل من مهن



ومؤسسات الرعاية الصحية، سيعاد قريبا تنظيمهما بذات الطريقة التعطيلية التي حصلت مع شركات الآلات الكاتبة والأسطوانات الموسيقية القديمة التي سبقتها.

### الرعاية الصحية الدقيقة

مع العلاجات الجديدة المحتملة المثيرة والخارقة نسبيا للأمراض الفتاكة والظروف الواهنة في أفق الأبحاث، يعتقد العديد من خبراء الرعاية الصحية أنه لا مفر من حدوث تحول جذري عما قريب في ممارسة الطب. يستند «الطب الشخصي»، أو كما يشير إليه البعض الآن بـ «الطب الدقيق»، إلى النماذج الرقمية والجزيئية للجينات الشخصية، والبروتينات، والمجتمعات الميكروبية، وغيرها من مصادر المعلومات ذات الصلة طبيا. ويعتقد معظم الخبراء أنه من شبه المؤكد أن يصبح نموذجا للرعاية الطبية<sup>(9)</sup>.

القدرة على الرصد والتحديث المتواصل لوظائف واتجاهات الصحة الشخصية سوف تجعل الرعاية الوقائية أكثر فعالية. الاقتصاديات الجديدة للرعاية الصحية التي تحركها هذه الثورة يمكن أن تجعل قريبا نموذج التأمين التقليدي القائم على مجموعات المخاطر الكبيرة بائدا، بسبب الكم الهائل من المعلومات الدقيقة جدا حول كل فرد<sup>(10)</sup> التي يمكن جمعها الآن. يُعاد بالفعل اكتشاف دور شركات التأمين مع اعتماد هذه الشركات نماذج الصحة الرقمية ومعالجتها لاستخراج «البيانات الكبيرة» (big data) التي جرى إنشاؤها.

المستحضرات الدوائية التي تستهدف الآن مجموعات كبيرة من الأفراد التي تُظهر أعراضا مماثلة سيجري توجيهها قريبا نحو استهداف التوقعات الوراثية والجزيئية لكل مريض من المرضى. بدأت هذه الثورة بالفعل تحدث في علاج السرطان وعلاج «الأمراض النادرة» (orphan diseases) (تلك التي تؤثر في أقل من 200 ألف شخص في الولايات المتحدة، والتعريف يختلف من بلد إلى آخر). ومن المتوقع أن يتوسع هذا الاتجاه مع تحسن معرفتنا للأمراض.

استخدام الذكاء الاصطناعي- مثل نظام واتسون لشركة آي بي إم- لمساعدة الأطباء في إجراء التشخيص وتوصيف خيارات العلاج يعدُّ بالحد من الأخطاء الطبية وتعزيز مهارات الأطباء<sup>(11)</sup>. تماما كما يُحدث الذكاء الاصطناعي ثورة في عمل

المحامين، فإنه سيغير بشكل جذري عمل الأطباء. كتب الدكتور إريك توبول، في كتابه «التدمير الخلاق للطب»: «هذا أكبر بكثير من التغيير؛ هذا هو جوهر التدمير الخلاق كما تصوره [عالم الاقتصاد النمساوي جوزيف] شومبيتر. في نهاية المطاف لن يكون هناك أي جانب من الصحة والطب اليوم بمنأى عن التأثير بشكل أو بآخر. فالأطباء، والمستشفيات، وصناعة علوم الحياة، والحكومة وأجهزتها الرقابية: جميعها خاضعة للتحويل الجذري»<sup>(12)</sup>.

سيمارس الأفراد دورا مختلفا في رعايتهم الصحية أيضا. تعمل فرق طبية عديدة مع مهندسي البرمجيات لتطوير برامج تتبع ذاتي أكثر تطورا من شأنها تمكين الأفراد من تعديل السلوكيات غير الصحية بنجاح أكبر من أجل إدارة الأمراض المزمنة<sup>(13)</sup>. تُسهل بعض هذه البرامج مزيدا من التواصل المنتظم بين الأطباء والمرضى لمناقشة وتفسير التدفقات المستمرة للبيانات من الشاشات الرقمية الموجودة على - أو داخل - جسم المريض<sup>(14)</sup>. وهذا هو جزء من اتجاه أوسع نطاقا يُعرف باسم حركة «مدخلات بيانات الحياة اليومية للمريض» (quantified self).

تقوم برامج وتطبيقات أخرى بإنشاء شبكات اجتماعية من الأفراد الذين يحاولون التعامل مع التحديات الصحية نفسها - وذلك جزئيا للاستفادة مما يشير إليه العلماء بتأثير هوثورن: المعرفة البسيطة بأن التقدم الذي أحرزه شخص ما يجري رصده من قبل آخرين تؤدي إلى تحسن يوازي مقدار التقدم الذي أحرز<sup>(15)</sup>. على سبيل المثال، بعض الناس (وأنا لا أعتبر نفسي من ضمن هذه المجموعة) مغرمون بالموازين الجديدة التي تُرسل أوزانهم آليا على موقع تويتر بحيث يرى كل من يتابعهم التقدم الذي أحرزوه من عدمه<sup>(16)</sup>. هناك شركات جديدة يجري تطويرها بناء على ترجمة التجارب السريرية التي تشكل علامة فارقة (مثل برنامج الوقاية من مرض السكري) من الدراسات الغنية بالمصادر في برامج وسائل الإعلام الاجتماعية والرقمية. يعتقد بعض الخبراء أن الوصول العالمي إلى البرامج الرقمية على نطاق واسع<sup>(17)</sup>، والذي يهدف إلى تغيير السلوكيات الهدامة، قد يتمكن قريبا من الحد بشكل كبير من الإصابة بالأمراض المزمنة مثل السكري والسمنة.

القدرات الجديدة التي اكتسبها العلماء في مشاهدة الخلايا في النظم الحية، ودراساتها، ورسم خريطة لها، وتعديلها، والتلاعب بها يجري تطبيقها أيضا على

الدماغ البشري<sup>(18)</sup>. لقد استُخدمت هذه التقنيات بالفعل لتمكين أصحاب الأطراف المبتورة من التحكم في الأذرع والسيقان الاصطناعية المتطورة عبر أدمغتهم<sup>(19)</sup>، كأنهم يستخدمون أطرافهم الطبيعية - وذلك من خلال ربط الأطراف الاصطناعية بأجهزة عصبية تُزرع في الدماغ. عمد الأطباء أيضا إلى تمكين القردة المشلولة من تشغيل أذرعها ويديها من خلال زرع جهاز في الدماغ مُتصل مع العضلات المناسبة. فضلا عن ذلك، توفر هذه الاختراقات العلمية إمكانية علاج بعض أمراض الدماغ<sup>(20)</sup>.

تماما مثلما قاد اكتشاف الحمض النووي إلى رسم خرائط الجينوم البشري، فإن اكتشاف كيف تتصل الخلايا العصبية في الدماغ، وتتواصل بعضها مع بعض سيقود لا محالة إلى رسم خريطة كاملة لما يسميه علماء الدماغ «خارطة الاتصالات العصبية» (connectome)<sup>(21)</sup> (\*) - على الرغم من أن معالجة البيانات المطلوبة تُقدر بنحو عشرة أضعاف تلك المطلوبة لرسم خرائط الجينوم<sup>(22)</sup>، وعلى رغم أن العديد من التكنولوجيات الرئيسة اللازمة لاستكمال الخريطة لاتزال في طور التنمية<sup>(23)</sup>، فإن علماء الدماغ على ثقة كبيرة بأنهم سيكونون قادرين على استكمال أولى «خرائط الأسلاك العصبية على نطاق أوسع»<sup>(24)</sup> في غضون السنوات القليلة المقبلة.

أهمية إنجاز مخطط كامل للأسلاك العصبية في دماغ الإنسان لا يمكن على الإطلاق اعتباره نوعا من المغالاة. قبل أكثر من ستين عاما، توقع تيلار دي شاردان أن «الفكر يمكن أن ينجز اصطناعيا آلة التفكير ذاتها إلى حد الكمال»<sup>(25)</sup>.

يستخدم بعض الأطباء الأجهزة العصبية المزروعة في الدماغ كمنظمات لضبط أدمغة الأشخاص الذين يعانون مرض باركنسون<sup>(26)</sup> - وتأمين تنشيط عميق للدماغ لتخفيف أعراض المرض لديهم<sup>(27)</sup>. وقد استخدم آخرون تقنية مشابهة لتنبيه الناس الذين يعانون الصرع حول العلامات الأولى لحدوث نوبة الصرع وتحريض الدماغ للحد من تأثيرها. فيما استخدم البعض الآخر فترة طويلة أجهزة العصب القوقعي المزروعة في الدماغ المتصلة بميكروفون خارجي لإصدار صوت يصل إلى الدماغ والعصب السمعي. ومن المثير للاهتمام، أن هذه الأجهزة ينبغي تفعيلها على مراحل لإعطاء المخ فرصة للتكيف معها<sup>(28)</sup>. في بوسطن، قام العلماء في عيادة

(\*) كان أولاف سبورنر، أستاذ في علم الأعصاب الإدراكي الحسائي في جامعة إنديانا، أول من صاغ مصطلح «خارطة الاتصالات العصبية» (connectome)، ويوجد لدى المعاهد الوطنية للصحة الآن «مشروع خارطة الاتصالات العصبية البشرية».

ماساتشوستس للعين والأذن بتوصيل عدسة إلى العصب البصري لرجل كفيف، مما مكنه من مشاهدة الألوان وحتى قراءة النصوص المطبوعة بأحرف كبيرة. على الرغم من كل الفرح والابتهاج الذي يصاحب هذا التقدم الخارق في مجال الرعاية الصحية، هناك توجس خفي لدى البعض أيضاً، لأن نطاق، وحجم، وسرعة الثورات المتعددة في مجال التكنولوجيا الحيوية وعلوم الحياة سوف تتطلب منا في القريب العاجل إجراء تمييز شبه إلهي تقريباً بين ما هو خير وما هو شر لمستقبل الجنس البشري بأكمله، ولاسيما عندما يكون الأمر مرتبطاً بالتعديل الدائم في سلاسل الجينات. فهل نحن على استعداد لاتخاذ مثل هذه القرارات؟ تشير الأدلة المتوافرة إلى الإجابة بالنفي، ولكننا سنتخذها على أي حال.

### حساب أخلاقي معقد

نحن نعلم بالفطرة أننا في حاجة ماسة لكي نتحلى بمزيد من الحكمة أكثر مما لدينا حالياً كي نستطيع تسخير هذه القوى الجديدة بشيء من المسؤولية. ولضمان ذلك فإن العديد من الخيارات سهلة لأن الفوائد الواضحة لمعظم التدخلات الجديدة القائمة على الجينات ستكون غير أخلاقية إن لم نقوم باستخدامها. احتمال القضاء على مرض السرطان، وداء السكري، ومرض الزهايمر، والتصلب اللوحي، وغيرها من الأمراض الفتاكة والمخيفة يضمن أن هذه القدرات الجديدة ستمضي قدماً بمعدل تسارع غير مسبوق.

قد لا تكون الخيارات الأخرى بذات البساطة. القدرة المتوقعة على اختيار مواصفات مثل الشعر ولون العينين، والطول، والقوة، والذكاء لإنجاب «أطفال مصممة حسب الطلب» (designer babies) قد تلقى قبولا عند بعض الآباء<sup>(29)</sup>. على رغم كل ذلك، خذ بعين الاعتبار ما فعلته سابقاً النزعة التنافسية لدى الآباء والأمهات في مسألة المثابرة في الإعداد للامتحانات<sup>(30)</sup>. إذا كان يُنظر إلى بعض الآباء على أنهم يمنحون أطفالهم أفضلية حاسمة من خلال إدخال بعض الصفات الوراثية المفيدة، قد يشعر الآباء الآخرون بأنه يتعين عليهم القيام بذات الشيء<sup>(31)</sup>.

علاوة على ذلك، سيتم تمرير بعض التعديلات الوراثية للأجيال المقبلة، وقد يؤدي ذلك إلى تغييرات جينية إضافية غير مفهومة تماماً حتى الآن<sup>(32)</sup>. هل نحن

على استعداد للقبض على مفتاح التحكم بالوراثة وتحمل المسؤولية في توجيه مسار التطور المستقبلي بشكل فعلي - وعلى حد تعبير د. هارفي فينبرغ، رئيس معهد الطب، في العام 2011 «سنكون قد حولنا الطراز القديم للتطور إلى تطور من الطراز الجديد»<sup>(33)</sup>. هل نحن على استعداد لاتخاذ هذه الخيارات؟ ومرة أخرى، يبدو أن الجواب هو لا، ولكننا سنقوم باتخاذها على أي حال.

ولكن من «نحن» الذين سوف نتخذ هذه الخيارات؟ هذه التغييرات القوية بشكل لا يصدق تفوق القدرة الحالية للجنس البشري لصنع القرار التشاوري الجماعي. أدى ضمور الديمقراطية الأمريكية وغياب القيادة في المجتمع الدولي الناجم عن ذلك إلى حدوث فراغ في السلطة في الوقت عينه الذي كان يتعين على الحضارة الإنسانية تشكيل أولويات هذه الثورة بسبل تعمل على حماية القيم الإنسانية. فبدلاً من اغتنام الفرصة لخفض تكاليف الرعاية الصحية وتحسين النتائج، تقوم الولايات المتحدة بتخفيض استثمارها في البحوث الطبية الحيوية<sup>(34)</sup>. انخفضت ميزانية المعاهد الوطنية للصحة على مدى السنوات العشر الماضية، ويشهد نظام التعليم في الولايات المتحدة تراجعاً في العلوم والرياضيات والهندسة.

قال أحد الرواد الأوائل في عمليات الإخصاب في الأنابيب، الدكتور جيفري شتاينبرغ، الذي يدير معاهد الخصوبة في لوس أنجلوس، إن بداية عصر اختيار الصفات الفعال تدهمنا الآن. ويقول شتاينبرغ: «لقد حان الوقت للجميع لسحب رؤوسهم من تحت الرمال»<sup>(35)</sup>. وقال أحد زملائه في المركز، مارسي دارنوفسكي، إن الاكتشاف الذي تحقق في العام 2012 لعملية غير باضعة لوضع تسلسل جينوم كامل لأحد الأجنة يثير بالفعل «بعض السيناريوهات التي تدعو إلى القلق بشكل كبير»، مضيفاً أن من بين الأسئلة التي قد تطرح جراء الاستخدام الأوسع لمثل هذه الاختبارات سؤالاً مفاده: «من الذي يستحق أن يولد؟»<sup>(36)</sup>.

أعرب ريتشارد هيز، المدير التنفيذي لمركز علم الوراثة والمجتمع، عن قلقه من أن النقاش حول المسائل الأخلاقية المتعلقة بالفحص الجيني للجنين واختيار الصفات لم يشارك فيه بشكل رئيس سوى مجموعة صغيرة من الخبراء، وأن «الناس العاديين يشعرون بأنهم مغمورون بكثرة التفاصيل التقنية. يشعرون بأنهم لا حول

لهم ولا قوة»<sup>(37)</sup>. كما أعرب أيضا عن قلقه من أن الاستخدام الواسع النطاق لاختيار الصفات قد يؤدي إلى «معاملة الأطفال كسلع... نحن نؤيد استخدام [التشخيص الجيني ما قبل عملية زراعة المورثات (PGD)] للسماح للأزواج المعرضين للخطر بإنجاب أطفال أصحاء. ولكن لأغراض غير طبية، أي أغراض تجميلية، نحن نعتقد أن هذا من شأنه أن يقوض الإنسانية، ويخلق تنافسا محموما نحو عمليات تحسين النسل باستخدام التكنولوجيا»<sup>(38)</sup>.

الدول تتنافس أيضا. قام معهد الجينوم في بكين الصين (BGI) بتركيب 167 آلة من أقوى آلات التسلسل الجيني في العالم في مرافق المعهد الموجودة في هونغ كونغ وشنجن التي، على حد قول الخبراء، ستتجاوز قريبا قدرة آلات التسلسل الموجودة في الولايات المتحدة بأسرها<sup>(39)</sup>.

ويتمحور عمل هذه الآلات الأساسي على إيجاد الجينات المرتبطة بمعدلات أعلى من الذكاء ومطابقة الطلبة بشكل فردي مع المهن أو الوظائف التي تستثمر قدراتهم على أمثل وجه<sup>(40)</sup>.

وفقا لبعض التقديرات، أنفقت الحكومة الصينية أكثر من 100 مليار دولار على أبحاث علوم الحياة في السنوات الثلاث الماضية فقط<sup>(41)</sup>، وأقنعت 80 ألف صيني من حملة شهادة الدكتوراه المتدربين في الدول الغربية بالعودة إلى الصين. أفاد أحد فرق البحث من الخبراء ومقره بوسطن، «مونيتر غروب» (مجموعة الرصد)، في تقرير نشره في العام 2010 بأن الصين «مهيأة لتصبح الدولة الرائدة عالميا في مجال اكتشاف وابتكار علوم الحياة خلال العقد المقبل»<sup>(42)</sup>. وقد أعلن مجلس الدولة الصيني أن صناعة البحوث الجينية ستكون إحدى ركائز<sup>(43)</sup> طموحاتها الصناعية في القرن الحادي والعشرين. وأفاد بعض الباحثين بأن هناك مناقشات أولية لوضع خطط من أجل الوصول في نهاية المطاف إلى تحديد تسلسل للجينات لكل طفل تقريبا في الصين<sup>(44)</sup>.

تمارس الشركات المتعددة الجنسيات أيضا دورا قويا، فهي تستثمر بسرعة جميع التطورات المخبرية السباقة التي لها تطبيقات تجارية مربحة. بعد أن قام مجال السوق بغزو مجال الديمقراطية، يقوم الآن بالمراهنة أيضا من أجل الهيمنة على المحيط الحيوي. تماما مثلما نشأت شركة الأرض من ربط مليارات الحواسيب

والأجهزة الذكية القادرة على التواصل بسهولة بعضها مع بعض عبر جميع الحدود الوطنية، فإن شركة الحياة تنشأ من قدرة العلماء والمهندسين على ربط تدفق المعلومات الوراثية بين الخلايا الحية عبر كل حدود الأجناس.

تجري عملية الدمج بين شركة الأرض وشركة الحياة على قدم وساق. منذ تسجيل أول براءة اختراع خاصة بأحد الجينات<sup>(45)</sup> بقرار من المحكمة العليا في الولايات المتحدة في العام 1980، صدرت أكثر من 40 ألف براءة اختراع للجينات، تشمل 2000 من الجينات البشرية<sup>(46)</sup>. كما سجلت أيضا براءات اختراع خاصة بالأنسجة، بما في ذلك بعض الأنسجة التي أخذت من المرضى واستخدمت لأغراض تجارية دون الحصول على إذن منهم<sup>(47)</sup> (من الناحية الفنية، لكي تسجل براءة اختراع، يتعين على المالك أن يحول، ويعزل، وينقي الجينات أو الأنسجة بطريقة ما. ولكن من الناحية العملية، فإن الجينات أو الأنسجة نفسها تصبح تحت تصرف مالك براءة الاختراع تجاريا).

هناك مزايا واضحة لاستخدام سلطة دافع الربح وسلطة القطاع الخاص في استغلال الثورة الجديدة في مجال علوم الحياة. في العام 2012، وافقت المفوضية الأوروبية على استخدام أول عقار غربي لمعالجة الجينات، معروف باسم غلايبرا (Glybera)<sup>(48)</sup>، في علاج اضطراب وراثي نادر<sup>(49)</sup> يمنع تفكك الدهون في الدم. في شهر أغسطس من العام 2011، وافقت إدارة الغذاء والدواء (FDA) في الولايات المتحدة على عقار معروف باسم كريزوتينيب (Crizotinib)<sup>(50)</sup> لاستخدامه في معالجة نوع نادر من سرطان الرئة تسببه طفرة جينية.

ومع ذلك، فإن نفس اختلال توازن القوى الذي أنتج معدلات خطيرة من عدم المساواة في الدخل يتجلى أيضا في عدم المساواة في الوصول إلى المجموعة الكاملة من الابتكارات المهمة للإنسانية التي تتدفق من ثورة علوم الحياة. على سبيل المثال، تسيطر الآن إحدى شركات التكنولوجيا الحيوية - مونسانتو - على براءات اختراع الأغلبية العظمى من جميع البذور المزروعة في العالم. في العام 2010 قال أحد خبراء البذور في الولايات المتحدة، نيل هارل من جامعة ولاية أيوا، «نحن نعتقد الآن أن شركة مونسانتو<sup>(51)</sup> تسيطر على نسبة تصل إلى 90 في المائة من [علم الوراثة الخاص بالبذور]».

السباق إلى نيل براءات الاختراع في الجينات والأنسجة يتناقض بشكل صارخ مع الموقف الذي أعرب عنه مكتشف لقاح شلل الأطفال جوناثان سولك<sup>(\*)</sup> عندما سأله إدوارد مورو: «هذا اللقاح سيكون عليه طلب كبير. فالجميع سوف يرغب في امتلاكه. وهو لقاح من المرجح أن تكون له عوائد أرباح مجزية. فمن يملك براءة الاختراع؟». وفي معرض رده قال سولك: «الشعب الأمريكي، على ما أعتقد. هل يمكنك تسجيل براءة اختراع للشمس؟»<sup>(52)</sup>.

### رقمنة الحياة

في أيام سولك، كانت فكرة تسجيل براءات اختراع لاكتشافات علوم الحياة التي تصب في المصلحة العامة تبدو غريبة. وبعد بضعة عقود من الزمن، نفذ أحد أبرز أقران سالك، نورمان بورلوغ، ثورته الخضراء بتقنيات التهجين والتنغيل في الوقت الذي كان فيه هيجان البحث في الجينوم لايزال في مراحله المبكرة<sup>(53)</sup>. قرب نهاية حياته المهنية، أشار بورلوغ إلى السباق في الولايات المتحدة إلى تأمين ملكية براءات الاختراع على النباتات المعدلة وراثياً، قائلاً: «ليكن الله في عوننا إذا قُدر لذلك أن يحدث»<sup>(54)</sup>، فسوف نعاني جميعنا بسبب المجاعة». فهو كان يعارض هيمنة مجال السوق على علم الوراثة النباتية، وقال أمام مجموعة من الحضور في الهند: (لقد كافحنا ضد تسجيل براءات الاختراع... ودائماً كنا ندافع عن التبادل الحر للمادة الوراثية)<sup>(55)</sup>. الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي على حد سواء يعترفان ببراءات الاختراع على الجينات المعزولة أو المنقاة. ولا تزال بعض القضايا الأخيرة ترفع في محاكم الاستئناف الأمريكية لدعم تسجيل براءات الاختراع للجينات<sup>(56)</sup>.

على أحد الأصعدة، ليست عملية رقمنة الحياة سوى تكملة لقصة هيمنة الجنس البشري على العالم في القرن الحادي والعشرين. نحن دون سوانا من أشكال الحياة الأخرى، نمتلك القدرة على صناعة نماذج معلوماتية معقدة عن الواقع. ثم من خلال التعلم من عملية التلاعب بهذه النماذج، نكتسب القدرة على فهم الواقع والتعامل معه<sup>(57)</sup>. تماماً مثلما يتم التعبير عن المعلومات التي تتدفق عبر العقل

(\*) أول لقاح فعال للشلل طوره جوناثان سولك في العام 1952 وتم ترخيصه للجماهير في العام 1955. قام فريق يقوده ألبرت ساين بتطوير أول لقاح شلل شفوي (يعطى عن طريق الفم) وقد رُخص للجماهير في العام 1962.



العالمي بالآحاد والأصفار - لبنات البناء الثنائية للثورة الرقمية - فإن لغة الحمض النووي DNA التي تتحدث بها جميع الكائنات الحية يتم التعبير عنها في أربعة أحرف هي: إيهي A، تي T، سي C، وجي G<sup>(58)</sup>.

حتى لو أغفلنا الخواص الخارقة الأخرى، فإن القدرة على تخزين المعلومات للحمض النووي هو أمر مدهش. في العام 2012، عمل فريق بحث في جامعة هارفارد يقوده جورج تشرش على ترميز كتاب بأكثر من 50 ألف كلمة إلى الخيوط المجدولة للحمض النووي، ومن ثم إعادة قراءتها من دون ارتكاب أي أخطاء. قال قائد الفريق تشرش، وهو عالم أحياء جزيئية، إنه يمكن تخزين مليار نسخة من الكتاب في أنبوب اختبار واسترجاعها عدة قرون من الزمن، وأن «جهازا بحجم الإبهام يمكن أن يخزن كما من المعلومات<sup>(59)</sup> يساوي تلك الموجودة على شبكة الإنترنت برمتها».

ولكن على صعيد أعمق، فإن اكتشاف كيفية التعامل مع تصاميم الحياة نفسها يحدد بداية قصة جديدة تماما. في العقد الذي تلا نهاية الحرب العالمية الثانية، تم اكتشاف التركيب الحلزوني المزدوج للحمض النووي على أيدي جيمس واتسون، وفرانسيس كريك، وروزاليند فرانكلين<sup>(60)</sup> (فرانكلين، كما يعلم مؤرخو العلم الآن، حُرمت ظلما من الاعتراف بمساهماتها الإبداعية في البحث العلمي الذي أعلن عن الاكتشاف في العام 1953. وتوفيت قبل منح جائزة نوبل في الطب لاحقا لـ واتسون وكريك). في العام 2003، بعد خمسين سنة بالضبط، وُضع تسلسل الجينوم البشري<sup>(61)</sup>.

حتى مع تصارع المجتمع العلمي مع تحديات كل البيانات المتعلقة بتسلسل الحمض النووي، فهم يهتمون في البدء بوضع تسلسل للربنا (الحمض النووي الريبي)<sup>(62)</sup>، الذي اكتشف العلماء أنه يمارس دورا أكثر تعقيدا بكثير من مجرد عمله كنظام الرنا المرسل لنقل المعلومات التي تُترجم إلى بروتينات<sup>(63)</sup>. البروتينات نفسها - التي تقوم ضمن أمور أخرى فعليا بعملية بناء الخلايا التي تشكل جميع أشكال الحياة والتحكم بها<sup>(64)</sup> - يتم تحليلها في مشروع بروتينوم الإنسان<sup>(65)</sup>، الذي يجب أن يتعامل مع زيادة كبيرة أخرى في كمية البيانات المعنية. تتخذ البروتينات أشكالا مختلفة، وهي «مطوية» في نماذج تؤثر في وظيفتها ودورها<sup>(66)</sup>. بعد أن «ترجم» يمكن أيضا تعديل البروتينات

كيميائيا بطرق متعددة لتوسيع نطاق وظائفها والتحكم في سلوكها<sup>(67)</sup>. يفوق تعقيد هذا التحدي التحليلي بكثير التعقيد الذي ينطوي عليه تسلسل الجينوم. ينطوي «علم التخلق» (Epigenetics) على دراسة التغيرات القابلة للتوريث التي لا تشمل تغييرا في الحمض النووي الأساسي. أحرز مشروع الجينوم التخلقي البشري تقدما كبيرا<sup>(68)</sup> في فهم هذه التغيرات. العديد من المنتجات الدوائية المعتمدة على الاختراقات العلمية في مجال التخلق المتعاقب تساعد بالفعل مرضى السرطان<sup>(69)</sup>، ويجري حاليا اختبار العلاجات الأخرى في تجارب سريرية على البشر. يؤدي فك رموز الدعامات الأساسية للحياة، والصحة، والمرض إلى العديد من الاختراقات التشخيصية والعلاجية المثيرة.

بالطريقة نفسها التي تحتوي فيها الرموز الرقمية التي تستخدمها الحواسيب على محتوى من المعلومات وتعليمات التشغيل، فإن الرموز العالمية المعقدة للبيولوجيا التي يجري حاليا فكها وفهرستها لن تمكننا من فهم تصاميم أشكال الحياة فقط، بل ستجعلنا أيضا قادرين على تغيير تصاميمها ووظائفها. من خلال نقل الجينات من جنس إلى آخر، ومن خلال خلق جدائل جديدة من الحمض النووي من التصميم ذاته، يمكن للعلماء إدخالها في أشكال من الحياة لتحويلها وتطويعها<sup>(70)</sup>، لتفعل ما يريدونها أن تقوم به. ومثل الفيروسات، فإن جدائل الحمض النووي هذه ليست «حية» تقنيا لأنها لا تستطيع أن تستنسخ نفسها. ولكنها أيضا مثل الفيروسات، بإمكانها السيطرة على الخلايا الحية وبرمجة السلوكيات، بما في ذلك إنتاج المواد الكيميائية المخصصة التي لها قيمة في السوق<sup>(71)</sup>. بإمكانها أيضا برمجة استنساخ جدائل الحمض النووي التي أدخلت في شكل من أشكال الحياة.

أنتج إدخال جدائل الحمض النووي الاصطناعية في الكائنات الحية بالفعل تطورات مفيدة. قبل أكثر من ثلاثين عاما، كان أحد الاختراقات الأولى هو تكوين مركب الأنسولين البشري ليحل محل الأنسولين الأقل فعالية المنتج من الخنازير وغيرها من الحيوانات<sup>(72)</sup>. في المستقبل القريب، يتوقع العلماء تحسنا ملحوظا في الجلد الاصطناعي<sup>(73)</sup> والدم البشري الاصطناعي<sup>(74)</sup>. ويأمل آخرون في تدبير تغييرات في الزراقم (البكتيريا الزرقاء) لإنتاج منتجات متنوعة مثل تنوع الوقود للمركبات<sup>(75)</sup> والبروتين للاستهلاك البشري<sup>(76)</sup>.

ولكن انتشار التكنولوجيا يثير الأسئلة المقلقة لعلماء الأخلاق البيولوجية. وعلى حد تعبير أحد رؤساء مركز أبحاث يدرس هذا العلم، «يشكل علم الأحياء الاصطناعي ما يمكن أن يكون التحدي الأكثر جدية للإشراف الحكومي على التكنولوجيا في التاريخ البشري، فهو يحمل في طياته مضاعفات اقتصادية، وقانونية، وأمنية، وأخلاقية تمتد إلى ما هو أبعد من سلامة وقدرات التكنولوجيا ذاتها. ولكن بفضل الحتمية الاقتصادية، إضافة إلى الحجم الهائل للأنشطة العلمية والتجارية الجارية في جميع أنحاء العالم، من غير الممكن بالفعل وقفها وظيفيا... فالطاغوت يقع بالفعل خارج حدود سيطرة الحكم»<sup>(77)</sup>.

لأن رقمنة الحياة تتزامن مع ظهور العقل العالمي، فكلما حل جزء جديد من اللغز الأكبر ووضعه في مكانه، تبدأ فرق البحث في جميع أنحاء العالم على الفور بربطه مع أجزاء اللغز الأخرى التي كانوا يتعاملون معها. كلما تم تسلسل مزيد من الجينات، يصبح الأمر أسهل وأسرع للعلماء في رسم خريطة شبكة الاتصالات بين تلك الجينات وغيرها التي يُعرف أنها ستظهر في أنماط متوقعة.

وعلى حد تعبير جون وانغ، المدير التنفيذي لمعهد دراسات الجينوم في بكين، هناك «تأثير قوي للشبكة... الحالة الصحية والمعلومات الجينية الشخصية للفرد سوف توفر، إلى حد ما، أدلة لفهم أفضل لجينومات الآخرين والآثار الطبية المترتبة عليها. في هذا المعنى، فالجينوم الشخصي ليس من أجل الفرد فقط، ولكن أيضا لأجل البشرية جمعاء»<sup>(78)</sup>.

أدى التعاون غير المسبوق في العام 2012 بين أكثر من 500 عالم في اثنين وثلاثين مختبرا مختلفا في جميع أنحاء العالم إلى إحداث اختراق رئيس للأجزاء اللولبية للحمض النووي التي كان يجري تجاهلها في الماضي نظرا إلى أنها لا تمتلك أي دور مهم. اكتشفوا أن ما يسمى الحمض النووي عديم القيمة يحتوي على الملايين من «مفاتيح التشغيل والإيقاف»<sup>(79)</sup> المرتبة في شبكات معقدة للغاية وتؤدي دورا حاسما في السيطرة على وظيفة الجينات وتفاعلها. على رغم أن هذا الإنجاز البارز أدى إلى تحديد وظيفة 80 في المائة من الحمض النووي، فإنه جعل العلماء يشعرون بالتواضع أيضا لإدراكهم بأنه لا يزال أمامهم مشوار طويل للوصول إلى الفهم الكامل، لكيفية عمل التنظيم الجيني للحياة بشكل فعلي. قال جوب ديكر، عالم الأحياء

الجزئية في كلية الطب في جامعة ماساتشوستس بعد الاكتشاف أن كل مورثة يحيط بها «محيط من العناصر التنظيمية» في «هيكل ثلاثي الأبعاد معقد للغاية»<sup>(80)</sup>، ولم يتم حتى الآن إلا وصف واحد في المائة منه فقط.

سهّل العقل العالمي أيضا ظهور السوق العالمية المستندة إلى الإنترنت فيما يسمى اللبنة الحيوية (biobricks) - جداول الحمض النووي بخصائص معروفة واستخدامات يمكن الاعتماد عليها - التي يمكن توفيرها بسهولة وبشكل غير مكلف لفرق من علماء الأحياء الاصطناعية. حفز العلماء في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، بمن فيهم مؤسس مؤسسة بايوبريكس (BioBricks)، رون فايس، على إنشاء سجل الأجزاء البيولوجية القياسية، التي تعمل كمستودع عالمي، أو مكتبة عالمية، للآلاف من شرائح الحمض النووي - وهي مقاطع يمكن استخدامها كلبنة بناء وراثية من التعليمات البرمجية مجانا. بالطريقة نفسها التي حفزت فيها الإنترنت على توزيع التصنيع على مئات الآلاف من المواقع، تقوم أيضا بتوزيع الأدوات الأساسية والمواد الخام للهندسة الوراثية على المختبرات في كل القارات.

### تأثير الجينوم

التقارب بين الثورة الرقمية وثورة علوم الحياة يجعل هذه التطورات تتسارع بوتيرة تتجاوز حتى السرعة التي تتقدم فيها أجهزة الحاسوب. لتوضيح مدى السرعة التي يتكشف فيها هذا التغيير الجذري، كانت تكلفة تسلسل الجينوم البشري الأول قبل عشر سنوات نحو 3 مليارات دولار<sup>(81)</sup>. ولكن في العام 2013 من المتوقع أن تصبح الجينومات الرقمية المفصلة للأفراد متوافرة بتكلفة تصل إلى 1000 دولار فقط للشخص الواحد<sup>(82)</sup>.

بهذا السعر، وفقا للخبراء، فإن الجينومات ستستخدم بشكل روتيني في عمليات التشخيص الطبية، وفي صنع الأدوية الخاصة بالتصميم الوراثي للفرد، وللعديد من الأغراض الأخرى. في هذه العملية، وفقا لأحد الخبراء في مجال الجينات<sup>(83)</sup>، «سوف تثار مجموعة من القضايا المتعلقة بالسياسة العامة (الخصوصية، والأمن، والإفصاح، والتعويض المادي، والتفسير، وتقديم المشورة، وغيرها)، وكل المواضيع المهمة للمناقشات في المستقبل»<sup>(84)</sup>. في غضون ذلك، أعلنت شركة بريطانية في العام 2012

أنها ستبدأ قريباً جداً ببيع جهاز صغير للتسلسل الجيني يستخدم لمرة واحدة بسعر يقل عن 900 دولار<sup>(85)</sup>.

على مدى السنوات القليلة الأولى، وصل منحني هبوط التكاليف لتسلسل الجينومات البشرية الفردية تقريباً إلى انخفاض قدره 50 في المائة كل 18 - 24 شهراً، وهي تُقاس منذ فترة طويلة وفق قانون مور<sup>(86)</sup> (Moore's Law). ولكن في نهاية العام 2007، بدأت تكلفة التسلسل تنخفض بوتيرة أسرع بشكل ملحوظ<sup>(87)</sup>، ويعود أحد أسباب ذلك إلى تأثير الشبكة، ولكن بشكل أساسي لأن التطورات المتعددة في التكنولوجيات المتعلقة بالتسلسل سمحت بزيادات كبيرة في طول جداول الحمض النووي التي يمكن تحليلها بسرعة<sup>(88)</sup>. ويعتقد الخبراء أن هذه التخفيضات الاستثنائية في التكلفة سوف تستمر بسرعة خطيرة في المستقبل المنظور<sup>(89)</sup>. ونتيجة لذلك، تقوم بعض الشركات، بما فيها شركة لايف تكنولوجيز (تقنيات الحياة)، حالياً بإنتاج الجينومات الاصطناعية<sup>(90)</sup> على افتراض أن وتيرة الاكتشاف في علم الجينوم سوف تستمر في التسارع.

على النقيض من ذلك، استخلاص الحكمة هو عملية تستغرق عادة وقتاً طويلاً، وصياغة الحكمة في قوانين مقبولة يمكننا من خلالها توجيه خياراتنا يتطلب وقتاً أطول. لما يقرب من 4 آلاف سنة<sup>(\*)</sup>، منذ أن وضع حمورابي المجموعة المكتوبة الأولى من القوانين<sup>(91)</sup>، ونحن نطور الأحكام القانونية من خلال البناء على الأحكام السابقة التي توصلنا إلى الاعتقاد بأنها تجسد الحكمة المستخلصة من الأحكام الماضية ولكن بشكل أفضل. حتى الآن التقارب الكبير في العلم الذي تقوده رقمنة الحياة - مع الثورات المتداخلة بعضها مع بعض والتي لاتزال تتسارع في علم الوراثة، وعلم التخلق، وعلم الجينوم، وعلم البروتينات، وعلم الأحياء المجهرية، وعلم الوراثة العينية (optogenetics)، وعلوم الطب التجديدي، وعلم الأعصاب، وتكنولوجيا النانو، وعلم المواد، وعلم التحكم الآلي، والحوسبة الخارقة، والمعلوماتية الحيوية، وغيرها من المجالات - يطلعنا على قدرات جديدة أسرع من قدرتنا على استبصار المعنى الأعظم والآثار الكاملة للخيارات التي يدعونا إلى اتخاذها.

(\*) يرجع المؤرخون تاريخ صدور شريعة حمورابي إلى نحو العام 1780 قبل الميلاد.

على سبيل المثال، يمكن القول إن الاختراع الوشيك لأشكال جديدة تماما من الحياة الاصطناعية القادرة على استنساخ ذاتها يجب أن يشكل فرصة لإجراء مناقشة وحوار كامل ليس فقط حول المخاطر والفوائد والإجراءات الوقائية المناسبة، ولكن أيضا حول استكشاف الآثار الأعمق لعبور هذه العتبة المصرية. بكلمات تيلار دي شاردان التنبئية في منتصف القرن العشرين، «ربما نصح ذات يوم قادرين على إنتاج ما لم يعد بإمكان الأرض إنتاجه وحدها: موجة جديدة من الكائنات الحية، حياة جديدة مولودة اصطناعيا»<sup>(92)</sup>.

من الواضح أن العلماء الذين يعملون بجهد لتحقيق هذا الاختراق يشعرون بالانقياد والحماس، كما يبدو أيضا أن الفوائد الواعدة جدا التي يُتوقع تدفقها من إنجازهم المأمول على درجة عالية من الإقناع لدفعنا إلى الماضي قدما نحو تحقيق هذا الهدف بالسرعة القصوى. ونتيجة لذلك، يبدو من الجبن بالتأكيد مجرد طرح السؤال التهكمي «ما الذي يمكن أن يفشل؟ (ما الخطأ الذي يمكن أن نرتكبه؟)». يبدو مُهماً إلى حد ما - أو يبدو على الأقل من المعقول تماما - استكشاف أبعاد هذا السؤال. كريغ فينتر، الذي دخل التاريخ بالفعل من خلال وضع تسلسل للجينوم الخاص به<sup>(93)</sup>، قام بعمل تاريخي آخر في العام 2010 عن طريق إنشاء أول بكتيريا حية مصنوعة بالكامل من الحمض النووي الاصطناعي<sup>(94)</sup>. على رغم أن بعض العلماء قللوا من شأن هذا الإنجاز بالإشارة إلى أن فينتر لم يقم إلا بنسخ الطبعة الأصلية لبكتيريا معروفة<sup>(95)</sup>، واستخدم قوقعة فارغة لبكتيريا أخرى كحاوية لشكل الحياة الجديدة التي جاء بها<sup>(96)</sup>، فيما اعتبر آخرون هذا الإنجاز أنه نقطة انعطاف مهمة<sup>(97)</sup>.

في شهر يوليو من العام 2012، أعلن فينتر وزملاؤه، مع فريق علمي في جامعة ستانفورد، استكمال نموذج برمجيات يحتوي جميع الجينات (525 جينة - وهو أصغر عدد معروف)، والخلايا، والرنا المرسل RNA، والبروتينات، والمستقلبات (جزيئات صغيرة تتولد في الخلايا) لإحدى المتعضيات (الكائنات الدقيقة) - وهي جرثومة طليقة معروفة باسم المفطورة التناسلية<sup>(98)</sup>. يعمل فينتر حاليا على تصنيع شكل اصطناعي من أشكال الحياة فريد من نوعه ضمن مشروع يهدف إلى اكتشاف القدر الأدنى من معلومات الحمض النووي اللازمة للاستنساخ الذاتي<sup>(99)</sup>. وقال

فينتر: «نحن نحاول أن نفهم المبادئ الأساسية لتصميم الحياة، كي نتمكن من إعادة تصميمها - بالطريقة التي يمكن أن ينفذها أي «مصمم بارع»، في المقام الأول، في حال وُجد هذا المصمم»<sup>(100)</sup>. ولعله كان ينوي من وراء إشارته إلى «المصمم البارع» التعبير عن نبذ ضمني لقصة الخلق وإبداء موقف عدائي جديد أصبح من الواضح أن العديد من العلماء يشعرون بصوابيته رداً على الهجمات العدوانية التي يشنها العديد من الأصوليين المتشددین على نظرية التطور.

ولكن لا يحتاج المرء إلى أن يؤمن بالألوهية كي يتأمل احتمال أن يكون لدى شبكة الحياة النزاهة الكلية التي تتميز بروابط لم نتوصل بعد إلى فهمها بشكل كامل والتي قد لا نغامر في تعطيلها إن فهمناها. على رغم أن فهمنا للخطورة نشأ من القصص القديمة حول سقوط الرجال الذين سمحوا لأنفسهم بامتلاك سلطات محفوظة للآلهة، فإن المعنى الأعمق لها - والخطر الذي غالباً ما تحمله بين طياتها - متأصل في الخطورة والغرور البشري، سواء كان الأمر يتعلق بمخالفة الآلهة أم لا. وكما كتب شكسبير: «العيبُ، يا عزيزي بروتوس، ليس في نجومنا، وإنما هو فينا»<sup>(101)</sup>. بالنسبة إلينا جميعاً، الخطورة متأصلة في الطبيعة البشرية. وتشمل في جوهرها التباهي بالثقة العمياء في كمال فهم المرء لعواقب ممارسة السلطة في عالمٍ قد تكون له تعقيدات لاتزال تتعدى حدود فهم أي كائن بشري.

وهذا الموقف من الأصولية ليس فريداً للجماعات الدينية فقط. أدى الاختزال - وهو الاعتقاد بأن أفضل طريقة لمتابعة الفهم العلمي هي عادة عن طريق تفكيك الظواهر إلى الأجزاء الأساسية والثانوية المكونة لها - في بعض الأحيان إلى شكل من أشكال الانتباه الانتقائي الذي يجعل المراقبين يتغاضون عن الظواهر الطارئة التي تنشأ في الأنظمة المعقدة، وفي تفاعلها مع النظم المعقدة الأخرى.

تعرض أحد علماء البيولوجيا التطورية الأكثر تميزاً في العالم، إي. أو. ويلسون E.O. Wilson، إلى هجوم لاذع<sup>(102)</sup> من قبل العديد من أقرانه لاقتراحه أن نظرية الاختيار الطبيعي عند داروين لا تعمل على مستوى الأفراد الذين ينتمون إلى فصيلة معينة فقط، وإنما تعمل أيضاً على مستوى «الكائنات الحية العملاقة» - التي يعني بها أن التعديلات التي تخدم مصالح الأنواع ككل يمكن أن يجري اختيارها حتى لو كانت لا تعزز احتمالات بقاء المخلوقات الفردية التي تجسد تلك التعديلات.

ويلسون، الذي كان مسيحيا لكنه لم يعد كذلك<sup>(103)</sup>، لا يقترح «التصميم البارع» من النوع الذي يعتقد به أنصار قصة الخلق. ولكنه، بدلا من ذلك، يؤكد وجود طبقة أخرى من التعقيد في نظرية التطور تعمل على مستوى «ناشئ (طارئ)».

فرانسيس كولنز، وهو مسيحي متدين كان يرأس مشروع الجينوم البشري لدى الحكومة الأمريكية (التي أعلنت نتائجها في الوقت نفسه الذي أعلن كريغ فينتر نتائجها)، رثى مسألة «القطبية المتزايدة بين وجهات نظر العالم العلمية والروحية، التي يقود معظمها، على ما أعتقد، أولئك المهددين بالبدائل والذين لا يرغبون في النظر في إمكانية وجود نوع من الانسجام هنا... علينا أن نعترف بأن فهمنا للطبيعة هو شيء ينمو عقدا بعد عقد، وقرنا بعد قرن»<sup>(104)</sup>.

فينتر، من جانبه، على ثقة تامة بأن هناك معلومات كافية بالفعل لتبرير القيام بمشروع واسع النطاق لإعادة اكتشاف الحياة وفقا لتصميم بشري. «الحياة تطورت على نحو فوضوي من خلال تغييرات عشوائية على مدار أكثر من ثلاثة مليارات سنة»، على حد تعبيره. «نحن نقوم بتصميمها بحيث تكون هناك وحدات لوظائف مختلفة، مثل استنساخ الكروموسومات وانقسام الخلايا، ومن ثم نستطيع أن نقرر نوع الاستقلاب الذي نريده فيها»<sup>(105)</sup>.

## الحياة الاصطناعية

كما هي الحال مع العديد من التطورات الجديدة المذهلة في علوم الحياة، فإن تصميم وصناعة أشكال حياة اصطناعية يقدم وعدا ذا مصداقية بتحقيق اختراقات في مجال الرعاية الصحية<sup>(106)</sup>، وإنتاج الطاقة<sup>(107)</sup>، والمعالجة البيئية<sup>(108)</sup>، والعديد من المجالات الأخرى<sup>(109)</sup>. أحد المنتجات الجديدة التي يأمل فينتر وعلماء آخرون بصناعتها هو فيروسات اصطناعية مصممة للقضاء على البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية أو إضعافها<sup>(110)</sup>. هذه الفيروسات الاصطناعية - أو الفيروسات الملتزمة للبكتيريا - يمكن برمجتها لمهاجمة البكتيريا المستهدفة فقط، وعدم التعرض للخلايا الأخرى. تستخدم هذه الفيروسات إستراتيجيات متطورة ليس لقتل البكتيريا فقط، بل أيضا لاستخدام البكتيريا قبل موتها لاستنساخ الفيروس الاصطناعي بحيث يمكنها الاستمرار في القضاء على البكتيريا المستهدفة الأخرى إلى أن يزول تأثير العدوى<sup>(111)</sup>.



استخدام الكائنات الاصطناعية الجديدة لتسريع تطوير اللقاحات يبعث أيضا على الأمل الكبير<sup>(112)</sup>. يجري تصميم هذه اللقاحات الاصطناعية كجزء من الجهود العالمية المبذولة للاستعداد لمواجهة الأوبئة الجديدة المحتملة مثل إنفلونزا الطيور (H5N1) في العام 2007، وما يسمى إنفلونزا الخنازير (H1N1) في العام 2009<sup>(113)</sup>. ويشعر العلماء بالقلق بشكل خاص إزاء وباء إنفلونزا الطيور (H5N1) الذي يقترب جدا عبر بعض التبدلات من تطوير القدرة على الانتقال من إنسان إلى آخر عبر نقل العدوى عن طريق الهواء<sup>(114)</sup>.

تتطلب العملية التقليدية التي يتم من خلالها تطوير اللقاحات فترة زمنية طويلة من التطوير، والإنتاج، والاختبار تستغرق شهورا وليس أياما، مما يجعل مسألة الحصول على مخزون كافٍ من اللقاح بعد أن تبدأ طفرة جديدة من الفيروس بالتفشي أمرا شبه مستحيل بالنسبة إلى الأطباء<sup>(115)</sup>. يستخدم العلماء أدوات البيولوجيا الاصطناعية<sup>(116)</sup> لتسريع تطوير سلالات الإنفلونزا الموجودة في المختبر ويأملون أن يتمكنوا من التنبؤ بالسلالات الجديدة الأكثر احتمالا في الظهور. ومن ثم، ومن خلال دراسة النماذج الأولية، يأمل العلماء تصنيع لقاحات بشكل استباقي تكون قادرة على وقف أي طفرة من الفيروس تظهر لاحقا في العالم الحقيقي، وتأمين مخزون من هذه اللقاحات تحسبا لظهور الفيروس الجديد. يجري إقامة مصانع حيوية في كل أنحاء العالم تستخدم مرة واحدة فقط، وذلك لخفض التكلفة وتوفير الوقت في تصنيع اللقاحات<sup>(117)</sup>. لقد أصبح من الممكن الآن إنشاء مصنع حيوي في قرية ريفية نائية، حيث تكون هناك حاجة سريعة إلى الحصول على لقاح لوقف انتشار سلالة مكتشفة حديثا من الفيروسات أو البكتيريا.

لقد توقع بعض الخبراء أيضا<sup>(118)</sup> أن البيولوجيا الاصطناعية قد تحل محل 15 إلى 20 في المائة من الصناعة الكيميائية العالمية في غضون السنوات القليلة المقبلة، وتنتج العديد من المنتجات الكيميائية بأسعار أرخص بكثير من إمكانية استخلاصها من مصادر طبيعية، وتنتج المستحضرات الدوائية، والبلاستيك الحيوي، وغيرها من المواد الجديدة. يتوقع البعض أن هذا النهج الجديد للصناعة الكيميائية والدوائية سوف يحدث ثورة في عملية الإنتاج من خلال الاستفادة من إستراتيجية «منتشرة على نطاق واسع»<sup>(119)</sup> - وذلك باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D) التي

وصفناها في الفصل الأول من هذا الكتاب. بما أن معظم القيمة يكمن في المعلومات، التي يمكن بسهولة نقلها إلى مواقع غير محدودة، فإن عملية الإنتاج الفعلية التي يتم من خلالها ترجمة المعلومات إلى إنتاج منتجات بيولوجية اصطناعية يمكن وضعها في أي مكان تقريباً.

هذه وغيرها من الآفاق المثيرة المتوقعة أن تصاحب التقدم في البيولوجيا الاصطناعية وعمليات تصنيع أشكال حياة اصطناعية دفعت الكثيرين إلى التغاضي بلهفة عن أي مخاوف إزاء عواقب غير مرغوب فيها. هذه الלהفة ليست حديثة العهد. فقبل تسعين سنة، كتب عالم الكيمياء الحيوية الإنجليزي جي. بي. إس هالدين Haldane JBS مقالة مؤثرة أثار من خلالها سلسلة من التكهّنات المستقبلية حول تمكن البشر من التحكم الفعال بمسار التطور المستقبلي. وفي مسعى منه إلى وضع عدم الارتياح الواسع حول الموضوع في سياقه - ورفضه بشكل أساسي - كتب قائلاً:

المخترع الكيميائي أو الفيزيائي هو دائماً بروميثيوس (\*) . ليس هناك اختراع عظيم، من النار إلى الطيران، لم يُستقبل كنوع من الإهانة إلى آلهة ما. ولكن إذا كان كل اختراع فيزيائي أو كيميائي هو نوعاً من الكفر، فإن كل اختراع بيولوجي هو نوع من الفساد الأخلاقي. لا يكاد يكون هناك اختراع واحد عند ملاحظته للمرة الأولى من قبل أي مراقب من أي دولة لم تسمع بوجوده قط إلا وظهر بالنسبة إلى هذا المراقب كأمر غير لائق وغير طبيعي<sup>(120)</sup>.

على النقيض من ذلك، يرى ليون كاس، الذي ترأس المجلس الأمريكي للأخلاقيات البيولوجية من العام 2001 حتى العام 2005، أن الحذر أو الشعور بأن شيئاً ما هو أمر مستهجن إلى حد ما ينبغي ألا يُرفض تلقائياً باعتباره منافياً للعلم: «ولكن في بعض الحالات المهمة، الاستهجان هو التعبير العاطفي عن الحكمة العميقة، التي تفوق قدرة العقل على النطق بها بشكل كامل... نحن بالفطرة نحس ونشعر<sup>(121)</sup>، على الفور ومن دون محاكمة عقلية، بانتهاك الأشياء العزيزة على قلوبنا بكل جدارة».

في الفصل الثاني من هذا الكتاب، استُخدمت كلمة «مخيف» (creepy) من قبل عدة مراقبين عند وصف الاتجاهات التي تتكشف في العالم الرقمي، مثل التتبع الواسع الانتشار للكميات الضخمة من المعلومات حول معظم الناس الذين

(\*) العملاق الذي سرق النيران من آلهة أوليمبس وأعطاهها للبشرية وفقاً للأساطير اليونانية. [المترجم].

يستخدمون الإنترنت. وكما ذكر آخرون، كلمة «مخيف» هي كلمة غير دقيقة لأنها تصف شعورا هو بحد ذاته يفتقر إلى الدقة<sup>(122)</sup> - ليس الخوف، بل شعور غامض بعدم الارتياح حول شيء ذي طبيعة وآثار غير مألوفة إلى درجة أننا نشعر بالحاجة إلى أن نكون في حالة تأهب لإمكانية ظهور شيء مخيف أو مؤذٍ. هناك حالة غير محددة نسبيا من «الخوف المسبق» الذي يشعر به الكثيرون عندما يتأملون في بعض التقدّمات المندفعة في العالم في مجال الهندسة الوراثية.

مثال: طُورت طريقة لإنتاج حرير العنكبوت<sup>(123)</sup> من قبل مهندسي الوراثة الذين أدخلوا جينات العنكب التي تبني حولها شبكة دائرية من الخيوط في حيوانات المَعَز التي تفرز فيما بعد حرير العنكبوت - إلى جانب الحليب من ضروعها. وحرير العنكبوت مفيد للغاية لأنه مرن وأكثر متانة بخمس مرات من الفولاذ من حيث الوزن<sup>(124)</sup>. لا يمكن تربية العنكب نفسها بسبب طبيعتها العدائية للمجتمع والوحشية<sup>(125)</sup>. ولكن إدخال جيناتها التي تصنع الحرير في الماعز لا يسمح بإنتاج كميات أكبر من حرير العنكبوت فقط، بل يسمح أيضا بتربية المعز<sup>(\*)</sup>.

على أي حال، ليس هناك شك في أن انتشار استخدام البيولوجيا الاصطناعية - ولاسيما استخدام أشكال الحياة الاصطناعية ذاتية الاستنساخ - من المحتمل أن تولد تغيرات جذرية في العالم، بما في ذلك بعض التغيرات المحتملة التي يمكن القول إنه يجب رصدها بحذر. فهناك، على رغم ذلك، عدد لا يُستهان به من الأمثلة من النباتات والحيوانات التي أُدخلت عمدا في بيئة جديدة غير بيئتها الأصلية، ومن ثم تفشت بعد ذلك بسرعة لتخرج عن نطاق السيطرة وتعطل النظام البيئي الذي أُدخلت إليه.

انتشرت كرمة كدزو، وهي نبتة يابانية تم جلبها إلى موطني في جنوب الولايات المتحدة كوسيلة لمكافحة تآكل التربة، بصورة عشوائية وأصبحت تشكل تهديدا للأشجار والنباتات المحلية<sup>(126)</sup>. وأصبحت تعرف باسم «الكرمة التي أكلت الجنوب». هل كنا سنشعر بالقلق من «كرمة كدزو الجرثومية» لو أننا حضّرنا شكلاً اصطناعياً من أشكال

(\*) قلّد علماء آخرون التصميم الجزيئي لحرير العنكبوت بصناعة حريرهم من مادة متوافرة تجارياً (مطاط صناعي من مادة البوليبيورثين) معالجة بصفائح صلصال لا تزيد سماكتها على نانومتر واحد (واحد من مليار متر) وعرضها 25 نانومتر فقط، ومن ثم يعالج الخليط بدقة. مَوَّل هذا العمل معهد سولجر (الجندي) للتكنولوجيا النانوية في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، لأن التطبيقات العسكرية تعتبر في غاية الأهمية.

الحياة قادرا على استنساخ ذاته في المحيط الحيوي الذي أدخل فيه لأغراض محددة مفيدة، ومن ثم تفشى بطرق لم تكن متوقعة، ولم تخطر على البال حتى؟ في كثير من الأحيان في الماضي، كانت الأسئلة الملحة المطروحة حول اختراقات قوية جديدة في مجال العلم والتكنولوجيا تركز على السيناريوهات الكارثية المحتملة التي يتضح أنها كانت مبنية على الخوف أكثر من اعتمادها على العقل - عندما كانت الأسئلة التي كان ينبغي متابعتها تنصب حول التأثيرات الأخرى الأكثر انتشارا. على سبيل المثال، عشية اختبار القنبلة الهيدروجينية الأولى في العالم في العام 1954 على جزيرة بيكيني، أثار بعض العلماء المخاوف من أن الانفجار يمكن أن يطلق من الناحية النظرية سلسلة من التفاعلات في المحيط واندلاع هرمجدون إيكولوجية لا يمكن تصورها<sup>(127)</sup>.

وقد بدد هذه الهواجس القلقة علماء الفيزياء الذين كانوا على ثقة بأن مثل هذا الحدث من غير المعقول أن يقع<sup>(128)</sup>. وبالطبع كان الأمر كذلك. ولكن الأسئلة الأخرى التي ركزت على المخاوف الأعمق والأكثر صلة لم تعالج بشكل مناسب على الإطلاق. هل سيسهم هذا الانفجار النووي الحراري بشكل كبير في تحويل تريليونات من الدولارات إلى أسلحة<sup>(129)</sup> وزيادة تسريع سباق التسليح النووي الخطير الذي هدد وجود الحضارة البشرية؟<sup>(130)</sup>.

أغلب الظن أن المخاوف من كرمة كدزو الجرثومية (أو من نظيراتها الميكانيكية المجهرية - وهي الروبوتات الصغيرة ذاتية الاستنساخ، أو ما يسمى Gray Goo<sup>(\*)</sup>) توصف في معظم الأحيان الآن بأنها مخاوف مبالغ فيها<sup>(131)</sup>، على الرغم من أن مجلة «نيويورك تايمز» نقلت عن السيدة هيلين والاس، المديرة التنفيذية لمنظمة جين ووتش (مراقبة الجينات) (GeneWatch)، وهي منظمة رقابية غير حكومية، قولها «الأمر شبه حتمي بأن يكون هناك مستوى معين من الهروب. والسؤال هو: هل ستمكن تلك الكائنات الحية من البقاء على قيد الحياة والتكاثر؟ أنا أعتقد أن أحدا لا يعلم ذلك»<sup>(132)</sup>.

ولكن ماذا عن الأسئلة الأخرى التي قد تبدو أقل إلحاحا، ولكنها قد تكون أكثر أهمية على المدى البعيد: إذا استعنا بالحياة نفسها عن طريق الروبوتات، وصنعنا (\*) السيناريو الافتراضي لنهاية العالم حيث تخرج الروبوتات الصغيرة على السيطرة وتلتهم الأخضر واليابس. [المترجم].

أشكالا من الحياة ملائمة لتصميمنا أكثر من غط الحياة الذي نتبعه منذ أكثر من 3.5 مليارات سنة، فكيف يحتمل أن تغير هذه القدرة الجديدة من علاقتنا مع الطبيعة؟ وكيف يحتمل أن تغير الطبيعة؟ فهل نحن مرتاحون للجري إلى الأمام بأقصى سرعة من دون بذل أي جهد مُنظم لتحديد وتجنب النتائج التي قد لا تأتي حسب أهوائنا؟ أحد المخاوف التي أبدتها التكنولوجيا والمختصون في مكافحة الإرهاب هو احتمال نشوء جيل جديد من الأسلحة البيولوجية<sup>(133)</sup>. فعلى رغم كل شيء، بعض التطورات المبكرة في مجال الهندسة الوراثية، على حد علمنا الآن، كانت تستخدم من قبل الاتحاد السوفييتي في برنامج سري للأسلحة البيولوجية<sup>(134)</sup> قبل 40 عاما. إذا ما استُخدمت الأدوات المثيرة للثورة الرقمية في مجال التسليح للحرب الإلكترونية، فلم لا تكون لدينا الرغبة في اتخاذ تدابير احترازية لمنع حدوث التحول نفسه للبيولوجيا الاصطناعية إلى أسلحة بيولوجية؟

كتب فريق من الخبراء رفيع المستوى في مجال العلوم والتكنولوجيا الناشئة والجديدة (NEST) تابع للمفوضية الأوروبية في العام 2005 أن «إمكانية تصميم فيروس جديد أو قائمة مستقلة من البكتيريا يمكن أن يستخدمها الإرهابيون البيولوجيون لخلق سلالات أو كائنات حية جديدة مقاومة مسببة للأمراض، وقد يصممونها حتى لمهاجمة بعض الكائنات الفرعية المحددة وراثيا»<sup>(135)</sup>. في العام 2012، حاول المجلس الاستشاري العلمي الوطني الأمريكي للأمن البيولوجي وقف نشر ورقتي بحث علميتين - الأولى في الطبيعة والثانية في العلوم - كانتا تحتويان تفاصيل عن الشفرة الوراثية لسلالة متحولة من إنفلونزا الطيور عُدلت جينيا في محاولة لتحديد أنواع التغيرات الجينية التي يمكن أن تجعل الفيروس قابلا للانتقال بسهولة أكبر بين الثدييات.

بالإشارة إلى المخاوف من أن التصميم التفصيلي للفيروس الذي لم يكن إلا على بعد بضع طفرات للتحول إلى شكل يمكن أن ينتشر عن طريق العدوى من إنسان إلى آخر، حاول مسؤولو الإرهاب البيولوجي ثني العلماء عن نشر التسلسل الجيني الكامل الذي كان مرفقا مع أوراقهم البحثية<sup>(136)</sup>. على الرغم من أنه تم السماح بنشر الباحثين بعد مراجعة أمنية كاملة، تظل حكومة الولايات المتحدة منخرطة بشكل نشط في رصد الأبحاث الجينية التي قد تؤدي إلى إنتاج أسلحة بيولوجية جديدة<sup>(137)</sup>.

بموجب قانون الولايات المتحدة، يراقب مكتب التحقيقات الفدرالي إف. بي. أي أعضاء فرق البحث العاملة على المشاريع التي تعتبر حساسة عسكرياً<sup>(138)</sup>.

### الاستنساخ البشري

من بين مسارات التجارب القليلة وتحديدًا المحظورة من قبل حكومة الولايات المتحدة تلك التجارب المتعلقة بالأبحاث الممولة من الحكومة الفدرالية في مجال استنساخ البشر<sup>(139)</sup>. باعتباري نائب الرئيس آنذاك، بفترة ليست بعيدة عن ولادة أول نعجة مستنسخة، وهي النعجة دوللي، في العام 1996، حينما أصبح واضحاً أن استنساخ الإنسان ممكن أن يتحقق قريباً جداً، أيدت بقوة هذا الحظر المؤقت إلى حين إجراء استكشاف كامل وعميق لآثار المضي قدماً في ذلك المسار على البشرية، وطالبت بإنشاء لجنة استشارية وطنية جديدة للأخلاقيات البيولوجية لمراجعة الآثار الأخلاقية والمعنوية والقانونية الناجمة عن الاستنساخ البشري<sup>(140)</sup>.

وقبل بضع سنوات، بحكم موقعي رئيساً للجنة الفرعية في مجلس الشيوخ المعنية بالعلم، تمكنت بنجاح من جعل الحكومة تلتزم بتخصيص 3 في المائة من التمويل الخاص بمشروع الجينوم البشري لدراسة الآثار الأخلاقية والقانونية والاجتماعية الشاملة (يُشار إليها الآن بمصطلح «منح» ELSI)، في محاولة لضمان دراسة متأنية للأسئلة الصعبة التي كانت تظهر بسرعة أكبر من الإجابات عنها. وأصبحت هذه المخصصات الجانبية أكبر برنامج بحوث ممول من قبل الحكومة يؤسس في مجال الأخلاق<sup>(141)</sup>. جيمس واتسون، الشريك في اكتشاف اللولب المزدوج، الذي أختير آنذاك لرأس مشروع الجينوم، كان من أشد المتحمسين الداعمين لبرنامج الأخلاق.

كانت أخلاقيات الاستنساخ البشري محل نقاش متواصل منذ الانطلاقة الأولى تقريباً لعصر الحمض النووي. وقد وردت في البحث الأصلي الذي نشره واتسون وكريك في العام 1953 العبارة التالية: «لم يرغب عن ذهننا أن التزاوج المحدد الذي افترضناه يوحي على الفور بإمكان إجراء عملية نسخ للمادة الوراثية»<sup>(142)</sup>. بصفتي رئيساً للجنة الفرعية لتحقيقات العلوم في مجلس النواب الأمريكي، أجريت سلسلة من جلسات الاستماع في مطلع الثمانينيات حول علم الاستنساخ الناشئ، والهندسة

الجينية، والفحص الجيني<sup>(143)</sup>. كان جُلّ اهتمام العلماء في تلك المرحلة مُنصبًا على استنساخ الحيوانات، وبعد خمس عشرة سنة نجحوا في استنساخ النعجة دوللي<sup>(144)</sup>. ومنذ ذلك الحين، استنسخوا العديد من الماشية وغيرها من الحيوانات<sup>(145)</sup>.

ولكن منذ انطلاقة تجاربهم، كان العلماء واثقين بأن كل التقدم الذي كانوا يحرزونه في استنساخ الحيوانات كان قابلا للتطبيق بشكل مباشر على استنساخ البشر - وأن المخاوف الأخلاقية هي وحدها التي كانت تمنعهم من محاولة القيام بمثل هذه الإجراءات<sup>(146)</sup>. منذ العام 1996، جرى اعتبار الاستنساخ البشري أمرا غير قانوني في جميع البلدان في أوروبا تقريبا<sup>(147)</sup>، وقد وصف المدير العام لمنظمة الصحة العالمية آنذاك هذا الإجراء «بأنه غير مقبول أخلاقيا لأنه ينتهك بعض المبادئ الأساسية التي تحكم الاستنساخ المُساند طبيا. وهي تشمل احترام كرامة الكائن البشري وحماية أمن المادة الجينية البشرية»<sup>(148)</sup>.

وعلى الرغم من ذلك، يتوقع معظم الناس أنه مع مرور الوقت، ومع مزيد من التطوير والصقل لهذه التقنية، سوف يحدث الاستنساخ البشري في نهاية المطاف - على الأقل في الظروف التي تسمح بتحقيق فائدة طبية واضحة من دون التسبب في أي شكل من أشكال الأذى الواضح للشخص الذي جرى استنساخه<sup>(149)</sup> أو للمجتمع ككل. في العام 2011، أعلن العلماء في مؤسسة مختبر الخلايا الجذعية في نيويورك أنهم استنسخوا أجنة بشرية عن طريق إعادة برمجة خلية بويضة لإنسان بالغ، ومعالجتها جينيا للعودة إلى مرحلتها الجينية، ومن ثم صنعوا منها سلالة من الخلايا الجذعية الجينية المتطابقة التي أعادت استنساخ نفسها<sup>(150)</sup>. على الرغم من أن الحمض النووي لهذه الخلايا ليس متطابقا مع الحمض النووي للمريض الذي تبرع بخلية البويضة، فإنها مطابقة بعضها لبعض، مما يسهل كفاءة البحوث التي أجريت عليها.

فرضت عدة بلدان<sup>(151)</sup>، من بينها البرازيل، والمكسيك، وكندا، حظرا على استنساخ الأجنة البشرية لأغراض البحث. الولايات المتحدة لم تفعل ذلك، ويبدو أن عدة بلدان آسيوية لديها نسبة أقل من التوجّس حول المضي قدما بجراحة في علم استنساخ الأجنة البشرية - إن لم يكن ذلك استنساخا لبشر حقيقيين. من وقت إلى آخر، تُنشر تقارير تفيد بأن أحد الأطباء المختصين في الخصوبة يعمل في مختبر سري

ما، يقع في دولة لا تحظر الاستنساخ البشري، قام بانتهاك المحرمات الحديثة ضد الاستنساخ البشري<sup>(152)</sup>. ولكن معظم، إن لم يكن كل، هذه القصص يشتهر في كونها ملفقة. فليس هناك حتى الآن أي حالة ولادة مؤكدة لإنسان مستنسخ<sup>(153)</sup>.

بشكل عام، يؤمن أنصار الاستمرار في إجراء تجارب الاستنساخ البشري بأن هذا الإجراء لا يختلف في واقع الأمر عن غيره من أشكال التقدم التكنولوجي الأخرى<sup>(154)</sup>، وأنه أمر لا مفر منه في أي حال من الأحوال<sup>(155)</sup>، وهي تجارب واعدة إلى حد كبير أكثر من معظم التجارب الأخرى نظرا إلى الفوائد الطبية التي يمكن جنيها<sup>(156)</sup>. وهم يعتقدون أن القرار سواء في الماضي قدما في عملية استنساخ محددة أو في عدم القيام بذلك يجب - مثل القرار بشأن الإجهاض - أن يكون في يد الأب أو الأم أو كليهما.

أولئك الذين يعارضون استنساخ البشر يخشون من أن استخدامه يمكن أن يقوّض كرامة الأفراد ويؤدي إلى خطر «تسليع» الكائنات البشرية<sup>(157)</sup>. يوفر الاستنساخ من الناحية النظرية إمكانية الإنتاج بالجملة للعديد من النسخ المماثلة جينيا للأصل - وهي عملية ستكون مختلفة عن التكاثر الطبيعي مثلما يختلف التصنيع عن الحرفية.

البعض يستند في تقديم حججه إلى وجهات النظر الدينية الخاصة بحقوق الأفراد والحماية الواجبة تجاههم<sup>(158)</sup>، علما بأن العديد من الذين يعارضون الاستنساخ البشري لا يستندون في آرائهم إلى الدين، بل إلى التأكيد الإنساني الأكثر عمومية على كرامة الفرد<sup>(159)</sup>. من حيث الجوهر، هم يخشون من أن التلاعب بالبشرية قد يقوّض تعريف أولئك الأفراد الذين جرى التلاعب بهم على أنهم بشر كاملون. ولكن يبدو أن هذا القلق يستند إلى افتراض أن الكائنات البشرية يمكن اختزالها إلى تركيبها الجينية - وهي وجهة نظر لا تنسجم عادة مع أيديولوجية أولئك الذين يضعون حماية كرامة الفرد في أعلى سلم الأولويات لديهم.

كل من التأخير المؤقت في إصدار التفاصيل المتعلقة بكيفية إنشاء طفرات خطيرة في فيروس إنفلونزا الطيور (H5N1) للجماهير والحظر المؤقت على أبحاث الاستنساخ البشري الممولة من الحكومة يقدم أمثلة نادرة عن الإشراف المدروس - ولو كان مثيرا للجدل - للتطورات الإشكالية المحتملة من أجل تقييم آثارها على



الإنسانية ككل. وكلاهما يقدم أمثلة عن القيادة الأمريكية التي أدت على الأقل إلى إجماع عالمي مؤقت. لم يكن هناك في كلا الحالين صناعة قوية تسعى إلى الدفع إلى الأمام بسرعة على الرغم من المخاوف التي أعرب عنها ممثلو الجماهير.

### المضادات الحيوية قبل إنفلونزا الخنازير

للأسف، عندما تكون هناك مصلحة تجارية قوية في التأثير في الحكومات لاتخاذ قرار لا يعير اهتماما للمصلحة العامة، غالبا ما تكون جماعات الضغط التجارية قادرة على تحقيق مآربها مع الحكومة - وهو أمر يطرح من جديد السؤال: من «نحن» الذين نتخذ القرارات حول المسار المستقبلي لثورة علوم الحياة عندما تكون القيم الإنسانية المهمة معرضة للخطر؟ في عصر شركة الأرض، وشركة الحياة، والعقل العالمي، يتضمن سجل صنع القرار أمثلة مقلقة عن المراعاة المتزلفة لمصالح الشركات المتعددة الجنسيات والتجاهل الأرعن للعلم السليم.

خذ بعين الاعتبار قبول الكونغرس الأمريكي الشائن لاستمرار هيمنة صناعة الثروة الحيوانية اللامعقولة على استخدام المضادات الحيوية في الولايات المتحدة. في مثال توضيحي آخر<sup>(160)</sup> عن اختلال التوازن الخطير في القوى في صنع القرار السياسي، فإن 80 في المائة وهي نسبة مروعة بالفعل من مجموع المضادات الحيوية في الولايات المتحدة<sup>(161)</sup> لا يزال يُسمح باستخدامها قانونيا في المزارع في أعلاف الماشية وفي اللقاحات على الرغم من التهديدات الخطيرة على صحة الإنسان. في العام 2012، بدأت إدارة الغذاء والدواء FDA محاولة للحد من هذا الاستخدام للمضادات الحيوية بإصدار قانون جديد يتطلب وصفة طبية من الأطباء البيطريين<sup>(162)</sup>.

منذ اكتشاف البنسلين في العام 1929 من قبل الكسندر فليمينغ<sup>(163)</sup>، أصبحت المضادات الحيوية واحدة من أهم التطورات في تاريخ الرعاية الصحية. على الرغم من أن فليمينغ قال إن اكتشافه كان «عرضيا»<sup>(164)</sup>، فقد أفاد العالم الأسطوري الأيرلندي جون تيندال (الذي اكتشف لأول مرة أن ثاني أكسيد الكربون CO2 يحبس الحرارة)<sup>(165)</sup> في تقرير قدمه إلى الجمعية الملكية في لندن في العام 1875 بأن نوعا من البنسلين قضى على بعض البكتيريا التي كان يعمل عليها، كما كتب إرنست دوتشيسن في العام 1897 حول تدمير البكتيريا عن طريق أنواع أخرى من البنسلين.

وقد أوصى دوتشيسن بإجراء الأبحاث حول اكتشافه لكنه انضم إلى صفوف الجيش وذهب إلى الحرب فوراً بعد نشر بحثه. ووافته المنية بعد إصابته بمرض السل قبل أن يتمكن من استئناف عمله.

في أعقاب البنسلين، الذي لم يستخدم بشكل كبير حتى أوائل أربعينيات القرن العشرين<sup>(166)</sup>، جرى اكتشاف الكثير من المضادات الحيوية الفعالة الأخرى في خمسينيات وستينيات القرن العشرين<sup>(167)</sup>. بيد أن الاكتشافات تباطأت إلى حد كبير في العقود القليلة الماضية<sup>(168)</sup>. يستهلك الاستخدام غير الملائم وغير المسؤول لهذه الترسانة المحدودة من المضادات الحيوية المنقذة للحياة فعاليتها بسرعة<sup>(169)</sup>. المُمْرِضات التي تتصدى لها المضادات الحيوية تتحوّل وتتطور مع مرور الوقت بطرق تُبطل مفعول المضاد الحيوي<sup>(170)</sup>.

وبالتالي، طالب الأطباء والخبراء الطبيون الآخرون منذ أول استخدام تقريبا لهذه الأدوية العجيبة بأن تستخدم بتحفُّظ وعندما تكون هناك ضرورة واضحة لاستخدامها<sup>(171)</sup>. ومع ذلك، كلما زاد استخدامها، زادت فرص المُمْرِضات بالتطور عبر أجيال متعاقبة إلى أن تعثر بالمصادفة على صفات جديدة تجعل المضادات الحيوية باطلة المفعول<sup>(172)</sup>. لقد أصبحت بعض المضادات الحيوية غير فعّالة بالفعل ضد بعض الأمراض<sup>(173)</sup>. ومع تباطؤ اكتشاف مضادات حيوية جديدة، فإن فعالية المضادات التي نستخدمها في ترسانتنا الحالية تضعف بمعدل يثير قلق وخشية العديد من خبراء الصحة<sup>(174)</sup>. فعالية ترسانتنا من المضادات الحيوية - مثل التربة السطحية والمياه الجوفية - يمكن أن تنضب بسرعة ولكن يُعاد إنتاجها مجدداً بمعدل بطيء إلى درجة موجعة.

إحدى «الجراثيم الضخمة» الجديدة الأكثر خطورة هي جرثومة السل المقاومة للأدوية المتعددة<sup>(175)</sup>، والتي تعتبر، وفقاً للدكتورة مارجريت تشان، المدير العام لمنظمة الصحة العالمية، جرثومة صعبة للغاية وعلاجها باهظ الثمن. في الوقت الحاضر، يلقي 1.34 مليون شخص حتفهم جراء الإصابة بمرض السل كل عام. من بين الحالات الـ 12 مليوناً في العام 2010، قدّرت الدكتورة تشان أن يكون 650 ألفاً منها نتيجة الإصابة بسلالات من السل مقاومة للأدوية المتعددة. الأفق المستقبلي «لعالم خال من المضادات الحيوية» يعني حسب كلام الدكتورة تشان أن «الإصابات

الشائعة مثل التهاب الحلق أو خدش في ركة طفل ما، يمكن أن تؤدي من جديد إلى الموت». استجابة لهذه المخاوف، شكلت إدارة الغذاء والدواء FDA فرقة عمل جديدة<sup>(176)</sup> في العام 2012 لدعم تطوير أدوية جديدة مضادة للبكتيريا.

ولكن على الرغم من هذه الحقائق الطبية الأساسية، تسمح العديد من الحكومات<sup>(177)</sup> - بما فيها، بشكل يثير الاستغراب، حكومة الولايات المتحدة<sup>(178)</sup> - بالاستخدام الهائل للمضادات الحيوية في صناعة الثروة الحيوانية كنوع من منشطات النمو. الآلية التي يؤدي من خلالها استخدام المضادات الحيوية إلى تحقيق معدل نمو أسرع في الماشية لا يزال يكتنفها الغموض حتى الآن، بيد أن تأثيرها في تحقيق الأرباح واضح جدا وكبير للغاية<sup>(179)</sup>. المُمْرِضات في أحشاء الماشية تتطور بسرعة إلى جراثيم ضخمة محصنة ضد تأثير المضادات الحيوية<sup>(180)</sup>. بما أن المضادات الحيوية تعطى في جرعات شبه علاجية<sup>(181)</sup> ولا تُستخدم بشكل أساسي لصحة الماشية على أي حال<sup>(182)</sup>، فإن شركات الماشية لا يعنيتها الأمر على الإطلاق. وبالطبع، فإن جماعات الضغط الخاصة بها تُجادل العلم بشكل متحيز عند تسليمها تبرعات الحملات الانتخابية<sup>(183)</sup> لأصحاب المناصب.

في العام الماضي، أكد العلماء أن<sup>(184)</sup> جرثومة المَكُورَات العُنُقُودية التي كانت ضعيفة أمام المضادات الحيوية انتقلت من البشر إلى الخنازير التي كانت حصتها اليومية من الغذاء تشمل أدوية التتراسيكلين والميثيسيلين. ثم أكد العلماء أن جرثومة المكورة العنقودية نفسها، بعد أن أصبحت مقاومة للمضادات الحيوية، وجدت وسيلة للانتقال مرة أخرى من الخنازير إلى البشر.

تفشت جرثومة المكورات العنقودية الخاصة التي جرت دراستها - وهي الجرثومة من فصيلة CC398 - بين جموع الخنازير، والدجاج، والماشية. أثبت التحليل الدقيق للبنية الجينية للجرثومة أنها كانت من سلالة الأسلاف المباشرين لجرثومة سريعة التأثير بالمضادات الحيوية كانت قد نشأت عند البشر. وهي الآن موجودة، وفقا للجمعية الأمريكية لعلم الأحياء المجهرية، فيما يقرب من نصف جميع اللحوم التي أخذت منها عينات في الولايات المتحدة. على الرغم من أن هذه الجرثومة تموت عند طبخ اللحم بشكل كامل، بيد أنها يمكن مع ذلك أن تصيب الناس إذا ما لامست أواني المطبخ، أو سطوح مناضد المطبخ، أو المقالي ولوثتها.

ومرة أخرى، نهج الحكومة الأمريكية المتزلف على نحو متكرر بشأن اتخاذ القرارات التنظيمية عندما تمارس الصناعة القوية نفوذها يقف في تناقض صارخ مع النهج الذي تتبناه عندما لا تكون المصالح التجارية مشمولة بشكل فعال. في الحالة الأخيرة، يبدو أنه أسهل على الحكومة أن تطبق بحساسية المبدأ التحوطي. لكن هذا الجدل يوضح الحالة الأولى: أولئك المستفيدون من الاستخدام الهائل والمستتهتر للمضادات الحيوية في صناعة الماشية يحاربون منذ عقود للدفاع عن النظام القائم، وبالتالي نجحوا حتى الآن في منع فرض حظر<sup>(185)</sup>، أو حتى أخيراً، قانون يحد من هذه الممارسة الجنونية<sup>(186)</sup>.

لقد حظر الاتحاد الأوروبي بالفعل استخدام المضادات الحيوية في أعلاف الحيوانات<sup>(187)</sup>، ولكن في عدد من البلدان الأخرى لاتزال هذه الممارسة مستمرة<sup>(188)</sup> من دون عوائق. جرثومة المكورات العنقودية التي انتقلت من الناس إلى الماشية ومن ثم عادت إلى الناس ثانية ليست إلا واحدة فقط من العديد من الجراثيم التي أصبحت الآن مقاومة<sup>(189)</sup> للمضادات الحيوية بسبب قبولنا الأحمق لإصرار شركات صناعة الثروة الحيوانية على أنه لا ضرر أبداً بالنسبة إليها من تخفيض بعض من تكاليفها لكي تصبح مصانع لإنتاج الجراثيم القاتلة التي لا تتأثر بالمضادات الحيوية. في الديمقراطيات التي تعمل وفق الأصول، فإن هذه المسألة لن تكون موضع جدل على الإطلاق.

كما أن المشرعين رفضوا مراراً التصويت على إقرار قانون يمنع بموجبه بيع الحيوانات المصابة بمرض جنون البقر<sup>(190)</sup> (اعتلال الدماغ الإسفنجي البقري أو مرض جنون البقر BSE) - وهو مرض تنكسي عصبي في الدماغ ناجم عن تناول لحوم البقر الملوثة أثناء عملية الذبح بواسطة الدماغ أو نسيج الحبل الشوكي من حيوان مصاب بالجرثومة الممرضة (البروتين الشاذ السام، أو البريون) التي تسبب المرض<sup>(191)</sup>. الحيوانات المصابة التي تعاني مرحلة متقدمة من المرض<sup>(192)</sup> يمكن أن تحمل البريونات في أنسجة أخرى أيضاً. عندما يبدأ الحيوان الذهاب إلى المسلخ بالتعثّر في مشيته، والترنح، والسقوط على الأرض، فمن المرجح بنسبة خمسين مرة بأنه مصاب بالمرض<sup>(193)</sup>.

كان النزاع في التصويت المتكرر في الكونغرس حول مسألة سحب تلك الحيوانات المحددة التي تظهر تلك الأعراض المحددة من المخزون الغذائي أم لا<sup>(194)</sup>. على

الأقل ثلاثة أرباع الحالات المؤكدة بالإصابة بمرض جنون البقر في أمريكا الشمالية كانت تعود إلى حيوانات أظهرت تلك الأعراض قبل أن تذبج<sup>(195)</sup>. ولكن السلطة السياسية وقوى جماعات الضغط التابعة لقطاع صناعة الثروة الحيوانية كانت ترهب وتستعبد الممثلين المنتخبين في الولايات المتحدة إلى درجة أن المشرعين صوتوا مرارا وتكرارا لتعريض الجماهير للخطر من أجل حماية حصة ضئيلة من أرباح هذه الصناعة<sup>(196)</sup>. أصدرت إدارة أوباما مرسوما يجسد فحوى القانون الذي رفضه<sup>(197)</sup> الكونغرس. ولكن بما أنه ليس إلا مجرد مرسوم (تنظيم)، فيمكن نقضه من قبل خلف أوباما<sup>(198)</sup> في الرئاسة. ومرة أخرى، في ظل نظام ديموقراطي يعمل وفق الأصول، فإن هذه المسألة لن تكون موضع جدل على الإطلاق.

عدم قدرة الكونغرس على تحرير نفسه من تأثير المصالح الخاصة له تداعيات على الطريقة التي يمكن للولايات المتحدة أن تتخذ من خلالها القرارات الصعبة والحساسة التي تنتظرنا في ثورة علوم الحياة. إذا كان لا يمكن الوثوق بالممثلين المنتخبين من الشعب لاتخاذ الخيارات الواضحة لصالح المصلحة العامة - كما هي الحال في التصويت الخاص بمرض جنون البقر أو في القرارات المتعلقة بتبديد المقاومة للمضادات الحيوية من أجل إثراء صناعة الثروة الحيوانية - فأين يمكن لهذه الخيارات أن تتخذ؟ ومن غيرهم يستطيع اتخاذها؟ وحتى إن تم اتخاذ مثل هذه القرارات بحساسية وبشكل جيد في بلد ما، ما الذي سيحول دون اتخاذ القرار الخاطئ في مكان آخر؟ وإذا كان مستقبل الوراثة البشرية متأثرا بذلك إلى الأبد، هل ستكون تلك نتيجة مقبولة؟

### علم تحسين النسل

السجل السابق للقرارات التي اتخذتها الحكومة حول علم الوراثة لا يدعو إلى الاطمئنان أبدا. التاريخ في بعض الأحيان يشبه علم الأساطير اليونانية، فأخطأونا الماضية، كما هو الأمر مع الآلهة، غالبا ما تُسجل الحدود المهمة التي رسمت لنا مع تحذيرات بعدم تجاوزها. تاريخ حركة تحسين النسل قبل 100 سنة يضع مثل هذا التحذير: عدم الفهم العميق لنظرية التطور الداروينية وظف كأساس لجهود خاطئة قامت بها الحكومة لتصميم تركيبة جينية للسكان وفقا لمعايير عنصرية وغيرها من المعايير غير المقبولة.

في النظر إلى أحداث الماضي، كان ينبغي إدانة حركة تحسين النسل بقوة آنذاك - ويعود ذلك بدرجة كبيرة إلى مكانة بعض أنصارها الذين يثيرون الدهشة. فقد قام عدد من الأمريكيين الوقورين فيما عدا ذلك بدعم الجهود النشطة التي كانت تقوم بها حكومتهم لقبولبة المستقبل الوراثي لسكان الولايات المتحدة من خلال السلب القسري للقدرة على الإنجاب (التعقيم القسري) للأفراد الذين كانوا يخشون من أنهم سيورثون صفات غير مرغوبة للأجيال القادمة في المستقبل.

في العام 1922، نشر هاري لافلين، مدير «قسم الأرشفة الخاص بتحسين النسل» الذي كان قد أنشئ أخيراً في ولاية نيويورك، «قانون التعقيم المحسن للنسل النموذجي»<sup>(199)</sup> (الذي كتب أصلاً في العام 1914)، للتصريح بتعقيم الناس الذين يعتبرون:

- (1) بُلهاء؛ (2) مختلين عقلياً، (هما في ذلك الأشخاص الذين يعانون الاعتلال النفسي)؛ (3) ذوي العقلية الإجرامية (هما في ذلك الجانحون والمشاكسون)؛ (4) مرضى الصرع؛ (5) مدمني المشاريب المسكرة (هما في ذلك مدمنو المخدرات)؛ (6) المرضى (هما في ذلك مرضى السل، والزهري، والجذام، وغيرهم من ذوي الأمراض المزمنة والمعدية والأمراض التي تتطلب العزل قانوناً)؛ (7) مكفوفين (هما في ذلك أولئك الذين يعانون إعاقة بصرية خطيرة)؛ (8) الصُم (هما في ذلك أولئك الذين يعانون إعاقة سمعية خطيرة)؛ (9) المشوهين (هما في ذلك المقعدون)؛ و(10) العالة على الغير (هما في ذلك الأيتام، الفقراء، المشردون، الصعاليك والفقراء المعدمون).

بين العامين 1907 و1963، جرى تعقيم أكثر من 64 ألف شخص بموجب قوانين مماثلة لتصميم قانون لافلين<sup>(200)</sup>. وكان يرى أن هؤلاء الأفراد يشكلون عبئاً ثقيلاً على كاهل الدولة بسبب تكلفة<sup>(201)</sup> رعايتهم. وكان يرى هو وآخرون أيضاً أن التقدم في النظام الصحي، والصحة العامة، والتغذية خلال القرن المنصرم أدى إلى بقاء عدد أكبر من الناس «غير المرغوب فيهم» الذين كانوا يتناسلون بمعدلات لم تكن ممكنة في الماضي<sup>(202)</sup>.

ما يجعل قائمة الصفات في «القانون النموذجي» الذي أصدره لافلين غريبة علاوة على كونها مُهينة هو أنه كان يعتقد بشكل واضح أنها كانت صفات قابلة للتوريث<sup>(203)</sup>. وللمفارقة، لافلين نفسه كان يعاني مرض الصرع<sup>(204)</sup>؛ وبالتالي، فهو

مؤهل، بموجب تشريعه النموذجي، للخضوع للتعقيم القسري. كان لنظريات لافلين الخبيثة أيضا تأثير في قانون الهجرة في الولايات المتحدة. كان عمله على تقييم المهاجرين الجدد من جنوب وشرق أوروبا مؤثرا في تشكيل نظام توزيع الحصص التقييدي جدا<sup>(205)</sup> للعام 1924.

كما أشار جوناثان مورينو في كتابه «الدولة كوحدة سياسية منظّمة»، كانت حركة تحسين النسل متأثرة بالالتباس الكبير إزاء المعنى الحقيقي للتطور<sup>(206)</sup>. إن عبارة «البقاء للأصلح» لم تنشأ مع تشارلز داروين، ولكن مع ابن عمه السير فرانسيس غالتون، ومن ثم جرى تعميمها على يد هربرت سبنسر<sup>(207)</sup> - الذي كانت نظريته المنافسة للتطور تقوم على الأفكار المجنونة لجان باتيست لامارك<sup>(208)</sup>. كان لامارك يرى أن الخصائص التي يكتسبها الأفراد بعد ولادتهم كانت تنتقل وراثيا إلى ذريتهم<sup>(209)</sup> في الجيل القادم.

كان هناك تشويه مماثل لنظرية التطور رُوِّج له في الاتحاد السوفييتي تروفيم ليسينكو<sup>(210)</sup> - الذي كان مسؤولا عن منع تدريس علم الوراثة العام خلال العقود الثلاثة<sup>(211)</sup> لتوليّه زمام أمور العلم السوفييتي. كان علماء الوراثة الذين يعارضون ليسينكو يعتقلون سرا<sup>(212)</sup>؛ وقد عثر على بعضهم مقتولا في ظروف غامضة<sup>(213)</sup>. كانت أيديولوجية ليسينكو المشوّهة تتطلب أن تتماشى النظرية البيولوجية مع الاحتياجات الزراعية السوفييتية<sup>(214)</sup> - وذلك يشبه إلى حد كبير أيديولوجية بعض السياسيين الأمريكيين الذين يصرون اليوم على أن علم المناخ يجب أن يتغير ليتماشى مع رغبتهم في تعزيز حرق النفط والفحم من دون قيد أو شرط.

كان داروين في واقع الأمر يُعلّم أنه ليس بالضرورة أن «الأصلح» هو من يبقى، وإنما أولئك الذين استطاعوا التكيف مع بيئتهم بشكل أفضل<sup>(215)</sup>. ومع ذلك، فإن النسخ المحرّفة والخاطئة من نظرية داروين، التي انعكست في صياغة ابن عمه، أسهمت في ظهور فكرة الداروينية الاجتماعية - التي أدت بدورها إلى حوارات سياسية خاطئة لاتزال في بعض النواحي مستمرة حتى يومنا هذا.

تم استدراج بعض التقدميين الأوائل بواسطة هذه النسخة المحرّفة من نظرية داروين إلى الاعتقاد بأن على الدولة واجبا أكيدا لتفعل ما في وسعها للحد من انتشار

الصفات اللاماركية غير المحبذة التي كانوا يعتقدون خطأ أنها أصبحت أكثر شيوعاً لأن التدخلات الحكومية السابقة جعلت الحياة أسهل لهؤلاء «غير المرغوب فيهم»، ومكنتهم من التناسل<sup>(216)</sup>.

دفعت ذات الافتراضات الخاطئة أولئك المنضوين تحت لواء اليمين السياسي إلى إصدار حكم مختلف: ينبغي على الحكومة أن تنسحب من كل التدخلات السياسية التي أدت، تحت ذريعة الشعور بالتعاطف الخاطئ، إلى انتشار «غير المرغوب فيهم» في المقام الأول<sup>(217)</sup>. كان هناك عدد لا بأس به من الدعاة الرجعيين لتحسين النسل<sup>(218)</sup>. وقد بقي بعضهم على الأقل حتى القرن الحادي والعشرين - وهم مجموعة، بايونير فند (صندوق الرواد)، التي يصفها المركز الجنوبي لقانون الفقر<sup>(219)</sup> بأنها مجموعة داعية إلى الكراهية. وعلى سبيل المصادفة، فإن الرئيس المؤسس لهذه المجموعة ليس سوى هاري لافلين<sup>(220)</sup>.

وفق المؤرخين فقد نال علم تحسين النسل التأييد<sup>(221)</sup> جرّاء الاضطرابات الاجتماعية والاقتصادية التي سادت العقود الأولى من القرن العشرين - التصنيع السريع والتحضر، وتعطيل الأنماط الاجتماعية المألوفة منذ عهود طويلة، وموجات الهجرة، والضغوط الاقتصادية الناجمة عن انخفاض الأجور وارتفاع معدلات البطالة الاستطراذية. اجتمعت هذه العوامل مع موجة من الحماس الجديد تجاه الإصلاح التدريجي لتخرج بصورة مشوهة هوجاء عن الأسلوب المناسب لطريقة تدخل الحكومة في الوراثة<sup>(222)</sup>.

على الرغم من أن هذه المرحلة من تاريخ العالم تعتبر الآن غير أخلاقية إلى حد فظيع - جزئياً لأنه بعد ثلاثين عاماً من انطلاقها، أسقطت جرائم الإبادة الجماعية التي ارتكبها أدولف هتلر كل النظريات القائمة على التمييز العنصري والعديد من النظريات القائمة على علم الوراثة التي كانت مشابهة ولو بشكل مبهم للنازية<sup>(223)</sup>. وعلى الرغم من ذلك، بعض الدروس المواربة للصورة الزائفة لعلم تحسين النسل لم تُدمج بعد في الجدل الناشئ حول المقترحات الحالية التي سماها البعض «علم تحسين النسل الجديد»<sup>(224)</sup>.

أحد أكبر التحديات التي تواجه الديموقراطيات في هذا العصر الجديد هو كيفية التأكد من أن القرارات السياسية بشأن العلوم المتطورة تقوم على فهم واضح ودقيق



للعلوم المعنية. في حالة علم تحسين النسل، يعود سوء الفهم الأساسي إلى لامارك في ما يتعلق بما هو قابل للتوريث وبما لا يعود إلى سياسة محرجة وغير أخلاقية في جذورها كان من الممكن تجنبها لو كان صنّاع السياسة وعامة الشعب يناقشون السياسة على أساس علمي دقيق.

تجدر الإشارة إلى أنه بعد قرن تقريبا من مأساة علم تحسين النسل، لا يزال ما يقرب من نصف جميع الأميركيين يقولون إنهم لا يؤمنون بنظرية التطور<sup>(225)</sup>. القرارات التي يجب أن تتخذ ضمن النظام السياسي للولايات المتحدة في المستقبل القريب - وفي بلدان أخرى - هي في غاية الصعوبة وإن كانت تستند إلى قراءة دقيقة للعلم. عندما تجتمع هذه الصعوبة المتأصلة مع الافتراضات الخاطئة بشأن العلم الذي يؤدي إلى ظهور الحاجة إلى اتخاذ هذه القرارات، فإن قابلية التعرض للقرارات الخاطئة ترتفع تبعا لذلك.

كما سيكون واضحا في الفصل التالي، فإن القرارات التي تواجهها الحضارة فيما يتعلق بظاهرة الاحترار العالمي صعبة بما فيه الكفاية عندما تكون مستندة إلى قراءة دقيقة للعلم. ولكن عندما يضع صنّاع السياسة الحجاج على أساس بيانات مغلوطة فادحة للعلم، ترتفع درجة الصعوبة إلى حد كبير. عندما تُوضع بيانات مغلوطة فادحة للعلم إراديا وعلى نحو متعمد وتعززها الشركات الكبيرة الملوثة بالكربون التي ترغب في شل النقاش حول كيفية الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>، فهي، في رأيي، ترتكب جريمة تكاد لا تغتفر ضد الديمقراطية وضد سلامة الجنس البشري في المستقبل.

في رأي القاضي أوليفر وندل هولمز جونيور في العام 1927، فإن المحكمة العليا في الولايات المتحدة أقرّت أكثر من عشرين قانونا حكوميا بشأن علم تحسين النسل<sup>(226)</sup>. كانت قضية، بك ضد بيل، تتعلق بعملية تعقيم قسري أجريت على امرأة شابة من ولاية فرجينيا كان يُزعم أنها «بلهاء» ومنحلة جنسيا. بموجب القرائن المقدمة إلى المحكمة، فإن المرأة الشابة، التي تدعى كاري بك، كان لديها بالفعل ابن<sup>(227)</sup> في سن السابعة عشرة. في تأكيد حق الحكومة في إجراء عملية التعقيم، كتب هولمز أن «المجتمع يمكن أن يمنع أولئك الذين يتضح أنهم غير لائقين لاستمرار بقاء جنسهم... والفترة الكافية لتحقيق ذلك تتطلب التعقيم القسري لثلاثة أجيال من البلهاء»<sup>(228)</sup>.

بعد نصف قرن من قرار المحكمة العليا، الذي لم ينقض<sup>(229)</sup>، تولى متابعة قضيتها مدير المستشفى الذي جرى فيه تعقيم السيدة بك قسريا<sup>(230)</sup> عندما أصبحت في الثمانينيات من عمرها. ووجد أنها كانت بعيدة كل البعد عن أن تكون «بلهاء»، وأن السيدة بك كانت سليمة العقل وتتحلى بذكاء طبيعي<sup>(231)</sup>. وبعد إجراء تمحيص دقيق في الحقائق اتضح أنها كانت مغيرة لما عُرض في المحكمة، فقد كانت كاري بك الشابة ابنة بالتبني تعرضت للاغتصاب على يد ابن أخ أحد أبويها بالتبني<sup>(232)</sup>، الذي قام بعد ذلك بوضعها في مأوى ولاية فرجينيا للمصابين بالصرع والأمراض العقلية لتجنب ما كانوا يخشون أن يعتبر فضيحة في حقهم<sup>(233)</sup>.

وكما شاءت الأقدار، فإن والددة كاري، إمى بك - وهي من الجيل الأول من الأجيال الثلاثة التي أشار إليها القاضي هولمز - كانت قد وضعت أيضا في الملجأ نفسه في ظل ظروف ليست واضحة تماما، علما بأن شهادات المحكمة أشارت إلى أنها كان مصابة بمرض الزهري وكانت غير متزوجة عندما أنجبت طفلتها كاري<sup>(234)</sup>. على أي حال، فإن المشرف على مأوى ولاية فرجينيا، ألبرت بريدي، كان متشوقا لإيجاد قضية قد تصبح سابقة قانونية يمكن رفعها إلى المحكمة العليا، وتأمين الغطاء القانوني للتعقيم القسري الذي كان يمارس بالفعل في مؤسسته والمؤسسات الأخرى. فقد صرّح بأن بك كانت «مختلة عقليا منذ الولادة وغير قابلة للشفاء»<sup>(235)</sup>؛ وقد كلف الوصي القانوني لبك محاميا للدفاع عنها في القضية على صلة متينة جدا مع بريدي، وكان صديقا مقربا منذ الطفولة إلى محامي المأوى (ومديره السابق)، وهو من أنصار تحسين النسل والتعقيم واسمه أوبري ستروود.

المؤرخ بول لومباردو من جامعة ولاية جورجيا، الذي ألف كتابا فيه أبحاث مستفيضة عن هذه القضية، كتب أن الإجراء بأكمله كان «مستندا إلى الخداع والخيانة.... التهمة كانت ثابتة»<sup>(236)</sup>. فلم يطلب المحامي المعين للدفاع عن بك أي شهود أو أدلة، وأقرّ بوصف موكلته بأنها «بلهاء من الدرجة الوسطى». هاري لافلين، الذي لم يلتق قط بكاري بك، أو بوالدتها، أو بابنتها، شهد أمام المحكمة في بيان مكتوب أن النساء الثلاث هن جزء «من الطبقة الكسولة، والجاهلة، وعديمة القيمة»<sup>(237)</sup> من البيض غير الاجتماعيين في الجنوب.

أما بالنسبة إلى ابنة كاري، فيفيان، وهي الجيل الثالث من أفراد عائلة بك، فقد خضعت للفحص عندما كانت لا تتجاوز بضعة أسابيع من عمرها على يد ممرضة أدلت بشهادتها قائلة: «هناك نظرة فيها لا تبدو طبيعية تماما»<sup>(238)</sup>. جرى أخذ الطفلة من عائلتها وتسليمها إلى أسرة الشخص الذي اغتصب والدتها كاري<sup>(239)</sup>. بعد أن جاءت في مرتبة الشرف في المدرسة، توفيت فيفيان من جراء إصابتها بمرض الحصبة في الصف الثاني الابتدائي. بالمصادفة، خضعت شقيقة كاري، دوريس، أيضا لعملية تعقيم في المؤسسة نفسها<sup>(240)</sup> (التي أجريت فيها أكثر من 4 آلاف عملية تعقيم)، علما بأن الأطباء كذبوا عليها بشأن العملية وقالوا لها إنها كانت عملية لاستئصال التهاب الزائدة الدودية. ومثل كاري، لم تعلم دوريس إلا بعد فترة متقدمة من حياتها لماذا لم تكن قادرة على إنجاب الأطفال.

استُخدم «التشريع النموذجي» الذي وضعه لافلين، الذي كان أساس النظام الداخلي لولاية فرجينيا، والذي تؤيده<sup>(241)</sup> المحكمة العليا، فيما بعد في فترة الرايخ الثالث في ألمانيا النازية كأساس لتعقيم أكثر من 350 ألف شخص - تماما كما استخدم غوبلز نص التسويق القائم على علم النفس الذي كتبه إدوارد بارنيز في تصميم برنامج الدعاية الذي اكتنف عملية إطلاق وتنفيذ الإبادة الجماعية التي قام بها هتلر. وقد منح النازيون لافلين درجة فخرية في العام 1936 من جامعة هايدلبرغ لعمله في «علم التطهير العرقي».

ومن المخجل أن من بين الذين أيدوا علميات تحسين النسل كان الرئيس وودرو ويلسون<sup>(242)</sup>، والكسندر غراهام بيل<sup>(243)</sup>، ومارغريت سانغر<sup>(244)</sup>، التي أسست الحركة من أجل تحديد النسل - وهي فكرة كانت آنذاك مثيرة للجدل أكثر من موضوع تحسين النسل - وأيدها أيضا تيودور روزفلت بعد مغادرته البيت الأبيض. في العام 1913، جاء في رسالة كتبها روزفلت ما يلي:

من الغريب فعلا أن شعبنا يرفض أن يطبق على البشر تلك المعارف الابتدائية مثلما ينبغي على كل مزارع ناجح أن يطبق على تربية المواشي لديه. أي مجموعة من المزارعين الذين لم يسمحوا بتناسل أفضل المواشي لديهم، وسمحوا بأن تأتي الزيادة من الماشية السيئة، سوف يجري التعامل معهم على أنهم يصلحون لدخول مصحة الأمراض العقلية. ومع ذلك فإننا فشلنا في

فهم أن مثل هذا السلوك هو سلوك عقلائي إذا ما قورن بسلوك دولة تسمح بالتناسل اللامحدود لأسوأ أنواع الماشية، جسدياً وأخلاقياً، في حين أنها تشجع أو تتغاضى عن الأنانية الجامدة أو العاطفة المشوهة التي ينجم عنها أن يبقى الرجال والنساء الذين ينبغي عليهم الزواج، وتأسيس أسر كبيرة إذا ما تزوجوا، عزاباً أو من دون أطفال أو حتى طفل واحد أو اثنين فقط<sup>(245)</sup>.

من جهتها لم توافق سانغر على أساليب دعاة تحسين النسل، ولكنها رغم ذلك كتبت أنهم كانوا يعملون نحو هدف تؤيده: «المساعدة في السباق نحو القضاء على الذرية غير الصالحة»<sup>(246)</sup>. كان أحد أهداف سانغر الخاصة في تعزيز وسائل منع الحمل، وفق ما جاء في كتاباتها في العام 1919، «مزيد من الأطفال من الذرية الصالحة، وعدد أقل من الذرية غير الصالحة»<sup>(247)</sup> - هذا هو صلب موضوع تحديد النسل.

الولايات المتحدة ليست الدولة الديمقراطية الوحيدة التي لديها تاريخ مأساوي من التعقيم القسري. بين العامين 1935 و1976، فرضت السويد التعقيم القسري على أكثر من 60 ألف شخص، من بينهم أشخاص من أعراق مختلطة، وأمهات غير متزوجات ولديهن أطفال كثرون<sup>(248)</sup>، ومنحرفون، وغجر، وغيرهم من «المتشردين». وما يدعو إلى الغرابة هو أن السويد تُعد حتى اليوم واحدة من سبع عشرة دولة أوروبية تطلب التعقيم قبل أن يتمكن الأشخاص المخنثون من تغيير جنسهم رسمياً<sup>(249)</sup> في وثائق الهوية الحكومية. يناقش برلمانيون في السويد مسألة تغيير القانون<sup>(250)</sup> الذي يعود إلى العام 1972<sup>(251)</sup>. لا يوجد أي سبب علمي أو طبي يحول دون نقض هذا القانون حتى الآن. إن خشية وسوء فهم بعض الأحزاب السياسية المحافظة الصغيرة جعلاً مسألة نقض هذا القانون مستحيلاً حتى الآن<sup>(252)</sup> (\*).

في أوزبكستان، من الظاهر أن التعقيم القسري بدأ في العام 2004<sup>(253)</sup>، وأصبح جزءاً من سياسة الدولة الرسمية في العام 2009<sup>(254)</sup>. يعطى أطباء الأمراض النسائية حصة أسبوعية من عدد النساء المطلوب تعقيمهن. ويقول أحد الجراحين العاملين في الأرياف «نذهب من منزل إلى منزل لإقناع النساء بإجراء العملية»، «من السهل إقناع امرأة فقيرة بذلك. ومن السهل خداعهن أيضاً».

(\*) في 19 ديسمبر 2013، قضت محكمة الاستئناف الإدارية في ستوكهولم بأن ممارسة التعقيم القسري غير دستورية وتتعارض مع الاتفاقية الأوروبية لحقوق الإنسان. [المحررة].

في الصين، عادت مسألة الإجهاض القسري لتطفو على السطح من جديد وفق مزاعم الناشط الهارب تشن غوانغ تشنغ<sup>(255)</sup>، ولكن رئيس الوزراء المنتهية ولايته ون جيا باو طالب علنا بفرض حظر ليس فقط على الإجهاض القسري فحسب، وإنما أيضا على «تحديد جنس الجنين». وعلى الرغم من ذلك، فإن العديد من النساء اللواتي خضعن لعمليات إجهاض في الصين جرى تعقيمهن قسريا ضد إرادتهن. في الهند، على الرغم من أن التعقيم القسري غير قانوني، يُكافأ الأطباء والمسؤولون الحكوميون بعلاوة مادية عن كل شخص يجري تعقيمه<sup>(256)</sup>. من الظاهر أن هذه الحوافز المادية تؤدي إلى انتهاكات واسعة النطاق، لا سيما في المناطق الريفية حيث يجري تعقيم العديد من النساء تحت ذرائع واهية.

الطابع العالمي للثورة في مجال التكنولوجيا الحيوية وعلوم الحياة - مثل الوقائع التجارية العالمية التي ظهرت مع ظهور شركة الأرض - يعني أن أي أحكام معنوية، وأخلاقية، وقانونية لدولة ما قد لا يكون لها تأثير كبير في القرارات العملية للدول الأخرى. فقد جرى مبدئيا رصد بعض القواعد العامة بشأن ما هو مقبول، وما هو جدير بتوخي الحذر الزائد، وما الذي ينبغي حظره، ولكن لا توجد وسيلة متوافرة حاليا للتوصل إلى الأحكام الأخلاقية العالمية بشأن هذه القدرات الجديدة التي تظهر للعيان.

### الصين وعلوم الحياة

كما ذكرنا سابقا، يبدو أن الصين عازمة على أن تصبح القوة العظمى في العالم في تطبيق التحليل الجيني وعلوم الحياة. أنهى معهد الجينوم في بكين (BGI)، الذي يقود التزام الصين بالتحليل الجيني، بالفعل الجينوم الكامل لخمسين نوعا من الحيوانات والنباتات<sup>(257)</sup>، بما في ذلك دودة القز، والباندا، ونحل العسل، والأرز، وفول الصويا، وغيرها - إلى جانب أكثر من 1000 نوع من البكتيريا. ولكن يبدو أن تركيز الصين الرئيس ينصب على<sup>(258)</sup> ما يمكن القول إنه الجزء الأكثر أهمية، وبالتأكيد الأكثر إثارة للاهتمام، من جسم الإنسان الذي يمكن تعديله بواسطة الاختراقات الجديدة في علوم الحياة والمجالات ذات الصلة: الدماغ البشري وتعزيز الذكاء البشري واستخدامه بإنتاجية أكبر.

ولتحقيق هذه الغاية، أسس معهد الجينوم في بكين (BGI) في العام 2011 بنك الصين الوطني للجينات في شنجن<sup>(259)</sup>، حيث السعي إلى تحديد الجينات التي تسهم في تحديد الذكاء<sup>(260)</sup>. وهو يجري تحليلا جينيا كاملا لألفي طفل من تلاميذ المدارس الصينية (1000 من الطلبة العابرة من أفضل المدارس في البلاد، والألف الآخر من الأطفال المتوسطي الذكاء) ومطابقة النتائج مع إنجازاتهم في المدرسة.

في الولايات المتحدة، ستكون مثل هذه الدراسة مثيرة للجدل إلى حد كبير، وذلك جزئيا بسبب الاشمزاز الذي خلفته فضيحة تحسين النسل، وجزئيا بسبب الحذر (الاجتناب) العام من ربط الذكاء بتراث الأسرة في أي مجتمع يقدر مبادئ المساواة بين البشر. بالإضافة إلى ذلك، يقول العديد من علماء الأحياء، ومن بينهم فرانسيس كولينز، الذي جاء خلفا لجيمس واتسون كرئيس لمشروع الجينوم البشري، إنه من المستحيل علميا في الوقت الراهن في أي حال من الأحوال ربط المعلومات الوراثية عن الطفل بالذكاء<sup>(261)</sup>. ولكن بعض الباحثين لا يوافقون على ذلك ويعتقدون أنه سيكون ممكنا في نهاية المطاف تحديد الجينات المرتبطة بالذكاء<sup>(262)</sup>.

في هذه الأثناء، فإن السرعة التي يحرز فيها تقدم في رسم الروابط العصبونية للدماغ البشري مستمرة في المضي قدما بشكل أسرع بكثير من التقدم الذي يُقاس بقانون مور<sup>(263)</sup> في تصنيع الدارات المتكاملة. وبالفعل، فقد جرى استكمال خارطة الاتصالات العصبية connectome الموجودة في دماغ فصيلة الديدان الخيطية، الذي لا يحتوي سوى على 302 من الخلايا العصبية<sup>(264)</sup>. بيد أن وجود ما يقدر بنحو 100 مليار خلية عصبية<sup>(265)</sup> في دماغ الإنسان البالغ و100 تريليون على الأقل من الروابط العصبية المتشابكة<sup>(266)</sup>، يجعل التحدي المتمثل في رسم خرائط كاملة للاتصالات العصبية connectome في دماغ الإنسان مهمة عسيرة. وحتى عندها، ستكون عملية فهم عمل الدماغ البشري بالكاد قد بدأت.

في هذا الصدد، يجدر بنا أن نتذكر أنه بعد الانتهاء من التسلسل الأول الكامل للجينوم البشري، أدرك العلماء على الفور أن خريطة الجينات لم تكن سوى مقدمة بالنسبة إليهم لمهمة أكبر حتى من وضع خريطة لكل البروتينات التي تعبر عنها الجينات<sup>(267)</sup> - التي تبني بنفسها أشكالا هندسية متعددة<sup>(268)</sup> وتخضع لتعديلات بيوكيميائية بعد ترجمتها عن طريق الجينات<sup>(269)</sup>.

وبالطريقة نفسها، وبمجرد الانتهاء من خارطة الاتصالات العصبية في الدماغ connectome، سوف ينتقل علماء الدماغ إلى دور البروتينات في الدماغ. وعلى حد تعبير ديفيد إيكلمان، عالم الأعصاب في كلية بايلور للطب في هيوستن، «علم الأعصاب مهووس بالخلايا العصبية لأن التكنولوجيا الأفضل المتوافرة لدينا تتيح لنا إمكانية قياسها. ولكن كل خلية عصبية واحدة تشكل في الواقع تركيبة معقدة تشبه المدينة، بوجود الملايين من البروتينات داخلها، التي تتحرك وتتفاعل بشلالات من الأنظمة البيوكيميائية المعقدة بشكل استثنائي»<sup>(270)</sup>.

ولكن حتى في هذه المرحلة المبكرة من ثورة العلوم العصبية الجديدة، عرف العلماء كيفية تفعيل أنظمة محددة في الدماغ بشكل انتقائي. بالاستفادة من التقدم الحاصل في المجال الجديد لعلم الوراثة البصرية optogenetics<sup>(271)</sup>، يحدد العلماء أولا البروتينات الحساسة في الشبكية العينية opsins - البروتينات الحساسة للضوء من الطحالب الخضراء (أو البكتيريا) - ويضعوا جيناتها المتماثلة داخل الخلايا، التي تصبح عندئذ مفاتيح بصرية<sup>(272)</sup> للخلايا العصبية. وأيضا بإدخال الجينات المتماثلة مع البروتينات الأخرى التي تتوهج في الضوء الأخضر، تمكن العلماء بعد ذلك من إضاءة وإطفاء الخلية العصبية باستخدام الضوء الأزرق، ومن ثم مراقبة آثار ذلك في الخلايا العصبية الأخرى باستخدام ضوء أخضر<sup>(273)</sup>. تطوّر علم الوراثة البصرية optogenetics بسرعة إلى درجة أنه أصبح في مقدور الباحثين استخدام هذه المفاتيح الضوئية للتلاعب بسلوك ومشاعر الفئران عن طريق التحكم في تدفق الأيونات (الجسيمات المشحونة) إلى الخلايا العصبية، وتشغيل ذلك أو إيقافه بشكل فعال وفق إرادتهم. أحد التطبيقات الواعدة قد يكون السيطرة على الأعراض المصاحبة لمرض باركنسون<sup>(274)</sup>.

أدخل علماء آخرون جينات متعددة من قناديل البحر والشعاب المرجانية التي تنتج ألوانا مشعة مختلفة - الأحمر والأزرق والأصفر، والألوان المتدرجة بينها - إلى داخل العديد من الخلايا العصبية في عملية تسمح عندئذ بتحديد الفئات المختلفة للخلايا العصبية من خلال إضاءة كل فئة بلون مختلف<sup>(275)</sup>. يَسْمَح هذا الأمر الذي يسمى بـ «قَوْس قُزَح الدماغ» «brainbow» بعرض خريطة بصرية مفصلة جدا لنقاط اتصال الخلايا العصبية<sup>(276)</sup>. ومرة أخرى، أسهم العقل العالمي في تسهيل

ظهور تأثير قوي للشبكة في أبحاث الدماغ. عندما تُفك رموز عنصر جديد في دائرة الدماغ المعقدة، تتوزع المعرفة على نطاق واسع إلى الفرق البحثية الأخرى ما يؤدي بالتالي إلى تسريع عملهم الذي ينطوي على فك رموز الأجزاء الأخرى من خارطة الاتصالات العصبية في الدماغ connectome<sup>(277)</sup>.

### مراقبة الدماغ وهو يفكر

وتزامنا مع ذلك، أدى منهج جديد ومختلف تماما لدراسة الدماغ - وهو التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) إلى اكتشافات جديدة ومثيرة. تتبع هذه التقنية، التي تعتمد على فحوصات الرنين المغناطيسي المعروفة لأجزاء الجسم، تدفق الدم في الدماغ إلى الخلايا العصبية<sup>(278)</sup> عندما تُطرد. عندما تكون الخلايا العصبية نشطة، فإنها تستوعب الدم الذي يحتوي على الأكسجين والغلوکوز اللازم لتوليد الطاقة<sup>(279)</sup>. بما أن هناك فرقا طفيفا في المغنطة بين الدم المؤكسج (المشبع بالأكسجين) والدم المنضب الأكسجين<sup>(280)</sup>، فإن جهاز المسح الضوئي يمكنه تحديد المناطق في الدماغ التي تكون نشطة في أوقات معينة<sup>(281)</sup>.

من خلال ربط الصور التي يظهرها جهاز المسح مع الأوصاف التي يقدمها الشخص الذي خضع للتصوير الدماغى عن أفكاره وأحاسيسه، تمكن العلماء من تحقيق اكتشافات خارقة حول مكان وجود بعض الوظائف المحددة في الدماغ<sup>(282)</sup>. حقق هذا الأسلوب تقدما ملموسا الآن إلى درجة أن الفرق الخبيرة يمكنها بالفعل تحديد أفكار معينة من خلال رؤية «طبقات الدماغ» المرتبطة بتلك الأفكار. كلمة «مطرقة»، على سبيل المثال، لها طبعة دماغية مميزة متشابهة عند جميع الناس تقريبا، بغض النظر عن الجنسية أو الثقافة.

أحد الأمثلة الأكثر إثارة للدهشة حول هذه الإمكانيات الجديدة جاء في تقرير نشره في العام 2010 عالم الأعصاب د. أدريان أوين، عندما كان في جامعة كامبريدج في إنجلترا<sup>(283)</sup>. أجرى أوين تصويرا بالرنين المغناطيسي الوظيفي لامرأة شابة كانت في حالة غيبوبة مع عدم وجود أي علامات مميزة للوعي، وطرح عليها أسئلة في أثناء خضوعها للمسح الضوئي. وقد بدأ بالطلب منها أن تتخيل أنها تلعب التنس، ومن ثم طلب منها أن تتصور أنها تمشي وتتجول في أرجاء بيتها. وقد اكتشف العلماء



أن الناس الذين يفكرون في لعب التنس يظهرون نشاطا في جزء معين من القشرة الحركية للدماغ، وهي البَاحَة الحركية الإضافية. وبالمثل، عندما يفكر الناس في المشي والتجول في أرجاء منازلهم، يكون هناك نمط مميز للنشاط في مركز الدماغ في منطقة تدعى التَّلْفِيف المجاور للحُصَيْن parahippocampal gyrus.

بعد مراقبة المرأة واستجابتها لكل هذه الأسئلة من خلال إظهار نشاط الدماغ المتوقع أن يصدر بالضبط عن شخص واع، طرح الطبيب بعد ذلك هذين السؤالين كوسيلة لتمكين المرأة الشابة من «الإجابة» إما بـ «نعم» من خلال التفكير حول لعب التنس، أو بـ «لا» من خلال تخيل القيام بنزهة داخل منزلها. ومن ثم طرح عليها بأناة مجموعة من الأسئلة عن حياتها، لم يكن أحد من ضمن الفريق الطبي المشارك في التجربة يعرف الإجابة عنها. فأجابت بشكل صحيح عن جميع الأسئلة تقريبا، ما حدا الدكتور أوين على الاستنتاج أنها كانت في الواقع واعية. بعد مواصلة تجاربه مع العديد من المرضى الآخرين، وضع أوين افتراضا بأن ما يقارب من 20 في المائة من المرضى الذين يعتقد أنهم في حالات غيبوبة قد يكونون فعلا واعين ولكن من دون أي وسيلة للتواصل مع الآخرين. يستخدم أوين وفريقه الآن تخطيط كَهْرَبِيَّة الدماغ (EEG) لمواصلة هذا العمل.

يستخدم العلماء في كلية دارتموث أيضا سماعة الرأس الخاصة بتخطيط كَهْرَبِيَّة الدماغ EEG لتفسير الأفكار وربطها مع جهاز الهاتف النقال آي فون، ما يتيح للمستخدم اختيار الصور التي تعرض بعد ذلك على شاشة جهاز الآي فون<sup>(284)</sup>. وبما أن أجهزة الاستشعار الخاصة بتخطيط كَهْرَبِيَّة الدماغ EEG موصولة خارج الرأس، فهي تجد صعوبة أكبر في تفسير الإشارات الكهربائية داخل الجمجمة، ولكنها تحقق نتائج باهرة.

هناك سَمَاعَة رأس رخيصة التكلفة صنَّعتها شركة ألعاب أسترالية، وهي شركة إيموتيف Emotiv، قبل بضع سنوات، تترجم إشارات الدماغ وتستخدمها لتمكين المستخدمين من التحكم في الأشياء على شاشة جهاز الحاسوب<sup>(285)</sup>. يعتقد علماء الأعصاب أن هذه الأجهزة الرخيصة تقيس «إيقاعات العضلات عوضا عن النشاط العصبي الحقيقي»<sup>(286)</sup>. بيد أن العلماء والمهندسين العاملين في مختبر شركة آي بي إم للتكنولوجيات الناشئة في المملكة المتحدة أجروا تعديلات على هذه السَمَاعَة

لتسمح بالتحكم في عقل الأجهزة الإلكترونية الأخرى<sup>(287)</sup>، بما في ذلك السيارات النموذجية، وأجهزة التلفزيون، والمفاتيح. في سويسرا، استخدم العلماء في أكاديمية الفنون التطبيقية الاتحادية في لوزان (EPFL) منهجا مماثلا لصناعة كراسي المقعدين وروبوتات يجري التحكم فيها عن طريق العقل (الفكر)<sup>(288)</sup>. وقد أعلنت أربع شركات أخرى<sup>(289)</sup>، بما في ذلك شركة تويوتا، أنها تطوّر دراجة يمكن التحكم في تشغيل تروسها بواسطة عقل راكب الدراجة.

يعمل كل من غريفيث شاك وأنطوني ريتاشيو، من مركز ألباني الطبي، بمنحة من الجيش الأمريكي تقدر بملايين الدولارات من أجل تصميم وتطوير أجهزة من شأنها أن تمكن الجنود من التّخاطر<sup>(290)</sup> على الرغم من أن هذا يبدو كأنه ضرب من الخيال العلمي، فإن وزارة الدفاع الأمريكية (البنتاغون) تعتقد أنه من الممكن تطوير ما يسمى بخوذات التخاطر، لهذا السبب خصصت أكثر من 6 ملايين دولار لإتمام هذا المشروع<sup>(291)</sup>. والموعد المحدد لاستكمال النموذج الأولي من هذا الجهاز سيكون في العام 2017<sup>(292)</sup>.

### «ما وراء الإنسانية» و«التفرد (الأحادية)»

إذا ما أتقنت هذه التكنولوجيا إلى حد الكمال، فإنه من الصعب أن نتصوّر إلى أين ستوصلنا فيما بعد النسخ الأكثر تعقيدا منها. يتوقع بعض المنظرين منذ زمن طويل أن تطوّر طريقة عملية لترجمة أفكار الإنسان إلى أنماط رقمية يمكن فك شفرتها من قبل أجهزة الحاسوب سيؤدي حتما إلى تقارب أوسع بين الآلات والبشر يتجاوز السايبورغات<sup>(\*)</sup> cyborgs لفتح المجال أمام حقبة جديدة تتميز بما يسمونه «ما وراء الإنسانية» «transhumanism».

وفقا لنيك بوستروم<sup>(293)</sup>، وهو أحد المؤرخين الرواد في مجال ما وراء الإنسانية transhumanism، من الظاهر أن من صاغ هذا المصطلح هو شقيق ألدوس هكسلي، واسمه جوليان، وهو عالم أحياء متميز، وعالم في البيئة، وشخص محب للخير والإنسانية، الذي كتب في العام 1927: «إن الجنس البشري يمكن، إذا أراد، أن يسمو على ذاته - ليس فقط بشكل متفرق، كفرد هنا في أحد المسارات، وكفرد هناك

(\*) السايبورغ Cyborg، نصف بشري ونصف آلي. [المحررة].

في مسار آخر، بل في طبيعته الكلية، أي الطبيعة البشرية. نحن في حاجة إلى اسم لهذا الاعتقاد الجديد. ربما يفي تعبير ماوراء الإنسانية transhumanism بالغرض: فالإنسان يبقى هو الإنسان، ولكنه يسمو فوق ذاته من خلال تحقيق إمكانات جديدة من الطبيعة البشرية وإليها».

الفكرة القائلة إننا كبشر لسنا نقطة النهاية بالنسبة إلى التطور، لكن قَدَرْنَا هو أن نتطور أكثر - بمشاركتنا الخاصة النشطة في توجيه عملية التطور - هي فكرة تعود جذورها إلى فترة الهياج الفكري في أعقاب نشر كتاب داروين «أصل الأنواع»، الذي استمر حتى القرن العشرين<sup>(294)</sup>. أدى هذا التكهن بعد عدة عقود لاحقة إلى مناقشة نقطة النهاية الجديدة المقترحة في تطور البشرية - وهي «التفرد».

مصطلح «التفرد»، الذي استخدمه لأول مرة تيلار دي شاردان<sup>(295)</sup>، يصف عتبة مستقبلية سيتجاوز بعدها الذكاء الاصطناعي ويتفوق على ذكاء البشر. استحوذ فيرنور فينجي، عالم الرياضيات والحاسوب في كاليفورنيا، على الفكرة بإيجاز مفيد في بحث نشره قبل عشرين عاما، بعنوان «التفرد التكنولوجي القادم»، كتب فيه «في غضون ثلاثين عاما، سيكون لدينا الوسائل التكنولوجية لخلق ذكاء خارق فوق طاقة البشر. بعد ذلك بفترة وجيزة، ستأتي نهاية عصر الإنسان»<sup>(296)</sup>.

في العصر الحالي أشيعت فكرة التفرد وجرى ترويجها بحماس على يد الدكتور ربي كورزويل، وهو شخص واسع المعرفة، ومؤلف، ومخترع، ومن أتباع المستقبلية (ومؤسس مشارك مع بيتر ديامانديس لجامعة التفرد في مجمع البحوث في وكالة الفضاء ناسا في موفيت فيلد، كاليفورنيا). يتصور كورزويل، ضمن أمور أخرى، التطور السريع في التقنيات الذي سيسهل الترجمة السلسلة والكاملة لأفكار الإنسان إلى شكل يمكن أن تستوعبه وتحتويه أجهزة الحاسوب المتقدمة<sup>(297)</sup>. فهو يعتقد، على افتراض أن هذه الاختراقات سوف تحدث في وقت ما، أنه في العقود القليلة المقبلة سيكون من الممكن هندسة التقارب بين الذكاء البشري - وحتى الوعي - مع الذكاء الاصطناعي. وكتب أخيرا، «لن يكون هناك تمييز، ما بعد فترة التفرد، بين الإنسان والآلة أو بين الواقع المادي والافتراضي»<sup>(298)</sup>.

قلما يتردد كورزويل في طرح أفكار استفزازية لمجرد أن العديد من التكنولوجيين الآخرين ينظرون إليها باعتبارها أفكارا غريبة. قام صديق مقرب آخر، وهو ميتش

كابور، الذي يعتبر أيضا أسطورة في عالم الحوسبة، بتحدي كورزويل إلى رهان بقيمة 20 ألف دولار أمريكي<sup>(299)</sup> (تُدفع إلى مؤسسة من اختيار الفائز) حول الجدل الأكثر إثارة للاهتمام والدائر منذ فترة طويلة من الزمن حول القدرات المستقبلية لأجهزة الحاسوب، وهو اختبار تـورنغ Turing Test. وقد عمل اختبار تورنغ، الذي سُمي كذلك نسبة إلى الرائد الأسطوري في مجال علوم الكمبيوتر آلان تـورنغ Alan Turing، الذي اقترحه لأول مرة في العام 1950، كبديل لتحديد متى ستصل أجهزة الحاسوب إلى مستوى ذكاء الإنسان. إذا لم يتمكن شخص ما بعد التحدث كتابيا مع اثنين من المحاورين، أحدهما إنسان والآخر جهاز حاسوب، من تحديد أيهما الإنسان وأيهما الحاسوب، يكون عندها الحاسوب قد اجتاز الاختبار بنجاح. وقد أكد كورزويل أن الحاسوب سوف يجتاز اختبار تـورنغ بحلول نهاية العام 2029. كابور، الذي يعتقد أن ذكاء الإنسان سيكون إلى الأبد مميزا عضويا عن الذكاء المستند إلى الآلة، لا يوافق على هذا الأمر. ولكن التفرد المحتمل يشكل تحديا من نوع آخر.

في الآونة الأخيرة، واجهت النسخة السيليكونية من التفرد تحديا تنافسيا من بعض علماء الأحياء الذين يعتقدون أن الهندسة الوراثية للأدمغة قد تنتج بالفعل «تفرّدا عضويا» قبل أن يتحقق «التفرد التكنولوجي» القائم على الحاسوب<sup>(300)</sup>.

على الصعيد الشخصي، أنا لا أتطلع إلى أي منهما، بيد أن عدم ارتياحي قد يكون مجرد صورة للأفكار الصعبة التي تراودنا جميعا مع انطلاق هذه الثورات المتعددة إلى الأمام بخطى متسارعة أكثر من أي وقت مضى.

### صناعة أعضاء جسم جديدة

على الرغم من أن الاندماج بين الناس والآلات لا يزال في عالم الخيال العلمي للمستقبل المنظور، فإن إدخال الأعضاء الآلية كبديل لأعضاء جسم الإنسان يتقدم إلى الأمام بسرعة. يجري حاليا استخدام الأطراف الاصطناعية ليس فقط لاستبدال الوركين<sup>(301)</sup>، والركبتين<sup>(302)</sup>، والساقين<sup>(303)</sup>، والذراعين<sup>(304)</sup> فقط، بل أيضا لاستبدال العينين<sup>(305)</sup> وأعضاء الجسم الأخرى التي لم تكن في السابق قابلة للاستبدال ببدايل اصطناعية<sup>(306)</sup>. تُجرى عمليات زراعة لقوقعة الأذن، كما ذكرنا سابقا، لاستعادة السمع<sup>(307)</sup>. وتعمل عدة فرق بحثية على تطوير هياكل خارجية لتمكين المرضى

## إعادة اكتشاف الحياة والموت

المصابين بشلل سفلي من المشي<sup>(308)</sup> ومنح قوة إضافية للجنود<sup>(309)</sup> وغيرهم ممن يحتاجون لرفع أحمال ثقيلة. معظم الأدوات المساعدة على السمع المعدة وفق الطلب تصنع الآن بواسطة الطابعات ثلاثية الأبعاد<sup>(310)</sup>. تقود السرعة التي تتقدم بها الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى حتمية صناعة أطراف اصطناعية بتقنية الطباعة في المستقبل القريب.

في العام 2012، استخدم الأطباء والتقنيون في هولندا طابعة ثلاثية الأبعاد (وردَ وصفها في الفصل الأول من هذه الكتاب) في تصنيع فك سفلي من مسحوق التيتانيوم لامرأة مسنة لم تكن مؤهلة لإجراء جراحة إعادة بناء تقليدية لها<sup>(311)</sup>. صُمم الفك على جهاز حاسوب بمفاصل مترابطة بانتظام تطابق الفك الحقيقي، وأُخاديد لتتكيف مع إعادة نمو الأوردة والأعصاب، ووهاد مصممة بدقة لكي تتصل عضلاته بها. وبالطبع، حُدد حجم الفك بشكل يتناسب تماما مع وجه المرأة.

بعد ذلك أدخل المخطط الرقمي ثلاثي الأبعاد إلى الطابعة ثلاثية الأبعاد، التي تضع عليه مسحوق التيتانيوم، وذلك بوضع طبقات رقيقة جدا الواحدة تلو الأخرى (بمعدل ثلاث وثلاثين طبقة لكل ملليمتر)، ومن ثم صهرها معا بأشعة ليزيرية في كل مرة، في عملية تستغرق بضع ساعات فقط. وفقا لطبيب المرأة، الدكتور جولز بوكينز من جامعة هاسلت، فقد تمكنت المرأة من استخدام الفك المطبوع بشكل طبيعي بعد الاستفاقة من العملية الجراحية التي أجريت لها، وبعد يوم واحد فقط من العملية كانت قادرة على بلع الطعام.

الطباعة ثلاثية الأبعاد للأعضاء البشرية لم تصبح بعد قابلة للتطبيق، بيد أن نشوء هذه الاحتمالية ولّد بالفعل إثارة هائلة في مجال زرع الأعضاء وذلك بسبب النقص الحالي في الأعضاء<sup>(312)</sup>. ولكن قبل أن تصبح الطباعة ثلاثية الأبعاد للأعضاء ممكنة فعلا، يأمل العلماء في تطوير القدرة على توليد الأعضاء البديلة في المختبر لزرعها في البشر. النسخ الأولى لما يسمى الكلى (والأكباد) الجسمية الخارجية يجري حاليا إنتاجها من قبل علماء الطب التجديدي في جامعة ويك فوريسست<sup>(313)</sup>. يَعدّ ظهور احتمال أن يتمكن الناس من زرع أعضائهم البديلة بإحداث تحول في مجال زراعة الأعضاء.

أنتج الأطباء في معهد كارولينسكا في ستوكهولم بالفعل قسبة هوائية بديلة وزرعوها بنجاح عن طريق تحفيز خلايا المريض نفسه لتنمو في المختبر على «سقالة»

بلاستيكية خاصة تعتبر نسخة طبق الأصل من حجم وشكل القصبه الهوائية<sup>(314)</sup> التي حُلّت محلها. واستخدم فريق طبي في بيتسبرغ تقنية مماثلة لزراعة العضلة الرباعية الرؤوس لجندي فقد عضلة الفخذ الأصلية جراء انفجار في أفغانستان، من خلال زرع سقالة مصنوعة من المثانة البولية لخنزير (مجردة من الخلايا الحية) في ساقه، الأمر الذي حفز الخلايا الجذعية على إعادة بناء النسيج العضلي عند ملامستها لمصفوفة السقالة التي بدأت تتفكك<sup>(315)</sup> بواسطة جهاز المناعة في الجسم. يعمل العلماء في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا على تطوير أسلاك السيليكون الدقيقة التي تصغر شعرة الإنسان بآلاف المرات<sup>(316)</sup> والتي يمكن زرعها في هذه السقالات واستخدامها لرصد كيف تجري عملية إعادة نمو الأعضاء.

باعتباري واحدا ممن صاغوا قانون زراعة الأعضاء الوطني في العام 1984، اطلعت في أثناء إحدى جلسات الاستماع في الكونغرس على المشاكل المتعلقة بإيجاد ما يكفي من متبرعي الأعضاء لتلبية الحاجة المتزايدة إلى عمليات زراعة الأعضاء. وبعد تأييدي للحظر المفروض على بيع وشراء الأعضاء، لأزال غير مقتنع بالرأي الذي يقول إنه يجب إلغاء هذا الحظر القانوني (الذي تشارك فيه الولايات المتحدة الأمريكية جميع البلدان الأخرى إلى جانب إيران)<sup>(317)</sup>. احتمال حدوث انتهاكات يبدو جليا بالفعل في السوق السوداء المقلقة لتجارة الأعضاء والأنسجة من الشعوب في البلدان الفقيرة لزرعها في أشخاص يعيشون في البلدان الغنية<sup>(318)</sup>.

في انتظار تطوير أعضاء بديلة اصطناعية ومجددة، فإن الأدوات القائمة على شبكة الإنترنت، بما في ذلك وسائل الإعلام الاجتماعية، تساعد في مواجهة التحدي المتمثل في العثور على مزيد من المتبرعين ومطابقتهم مع أولئك الذين يحتاجون إلى عمليات زرع للأعضاء. في العام 2012، أورد الصحفي كيفن ساك من صحيفة نيويورك تايمز في تقرير له مثالا مؤثرا بشأن كيف أصبح ستون شخصا مختلفا جزءا من «أطول سلسلة أنشئت على الإطلاق من عمليات زرع الكلى»<sup>(319)</sup>. في الآونة الأخيرة، أعلن موقع فيسبوك إضافة رابط تحت عنوان «متبرع الأعضاء» كإحدى المواد التي تتطلب التحديث<sup>(320)</sup> على الملفات الشخصية للمستخدمين.

تستخدم شركة أخرى للطباعة ثلاثية الأبعاد، وهي شركة بيسبوك إنوفيشن (ابتكارات وفق الطلب) في سان فرانسيسكو، العملية لطباعة الأطراف الاصطناعية

المتقدمة جدا<sup>(321)</sup>. كما تستخدمها شركات أخرى للقيام بعمليات طبية مختلفة لزراع الأعضاء<sup>(322)</sup>. هناك أيضا جهود مركزة لتطوير القدرة على طباعة اللقاحات والمستحضرات الدوائية من المواد الكيميائية الأساسية<sup>(323)</sup> عند الطلب. قال أخيرا البروفيسور لي كرونين من جامعة غلاسكو، الذي يرأس أحد الفرق المهتمة بالطباعة ثلاثية الأبعاد للمستحضرات الدوائية، إن العملية التي يشتغلون عليها سوف تضع جزيئات العناصر المشتركة والمركبات المستخدمة لاستحضار الأدوية فيما يعادل العبوات (الخرطيش) التي تزود الطباعة التقليدية ثنائية الأبعاد بالأحبار الملونة المختلفة. وبوجود مجموعة صغيرة من هذه العبوات التي يسهل التحكم بها، يقول كرونين: «بإمكانك صناعة جزيء عضوي».

إحدى المزايا الإيجابية، بالطبع، هي أن هذه العملية من شأنها توفير إمكان نقل الصيغة الرقمية ثلاثية الأبعاد للمستحضرات الدوائية واللقاحات إلى طابعات ثلاثية الأبعاد موزعة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم لتصنيع الأدوية في الموقع بتكاليف إضافية لا تذكر من أجل استحضار الأدوية وفق طلب كل مريض على حدة.

كانت صناعة المستحضرات الدوائية تعتمد تاريخيا على مصانع مركزية كبيرة لإنتاج الأدوية لأن نموذج عملها يستند إلى فكرة السوق الشامل، التي يجري من خلاله تأمين ذات المنتج بالفعل لأعداد كبيرة من الناس<sup>(324)</sup>. ولكن رقمته الكائنات البشرية والمواد القائمة على الجزيئات تنتج كميات هائلة على نحو استثنائي من البيانات التمييزية بشأن الناس والأشياء إلى درجة أنه سيصبح قريبا من غير المنطقي تكوين الناس بعضهم مع بعض وتجاهل المعلومات المهمة طبيا بشأن الاختلافات بينهم.

البراعة الفائقة الجديدة التي نتمتع بها في التلاعب بالنسيج المجهرى لعاملنا تمنحنا أيضا القدرة على تصميم الآلات الدقيقة (آلات النانو) لإدخالها في جسم الإنسان - مع وجود بعض الأجهزة النشطة بحجم الخلايا الحية التي يمكن أن تتعايش مع الأنسجة البشرية. أعلن فريق من المختصين في تكنولوجيا النانو في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في العام 2012، أنه تمكن بنجاح من بناء «مصانع نانوية» «nanofactories» قادرة من الناحية النظرية على إنتاج البروتينات وهي

في داخل الجسم البشري عندما يجري تنشيطها بواسطة تسليط ضوء ليزري مشع عليها من خارج الجسم<sup>(325)</sup>.

يجري أيضا تطوير الأعضاء الاصطناعية الخاصة بالدماغ<sup>(326)</sup>. إلى جانب الأجهزة المنظمة لنبضات القلب، يمكن الآن زرع أجهزة مماثلة في الدماغ لإصلاح الضرر والاضطرابات. بدأ الأطباء بالفعل زرع رقائق الكمبيوتر والأجهزة الرقمية على سطح الدماغ، وفي بعض الحالات، في مناطق عميقة من الدماغ<sup>(327)</sup>. عن طريق فتح ثقب في الجمجمة، ووضع شريحة متصلة سلكيا بحاسوب بشكل مباشر على سطح الدماغ، استطاع الأطباء تمكين المرضى المصابين بالشلل من تفعيل وتوجيه حركة الروبوتات عن طريق العقل<sup>(328)</sup>. وفي أحد العروض التي جرت مشاهدتها على نطاق واسع، تمكنت مريضة مصابة بالشلل من توجيه ذراع روبوت لالتقاط فنجان من القهوة، وتحريكه على مقربة من فمها، ووضع قسبة في فمها كي تتمكن من شرب رشفة من القهوة.

يعتقد الخبراء أنها ليست إلا مسألة وقت حتى تستطيع القوة الحاسوبية المتزايدة وتقلص أحجام رقائق الحاسوب من توفير إمكان الاستغناء عن الأسلاك التي تربط الشريحة بجهاز الحاسوب<sup>(329)</sup>. يعمل العلماء والمهندسون في جامعة إلينوي<sup>(330)</sup>، وجامعة بنسلفانيا، وجامعة نيويورك على تطوير شكل جديد من الواجهة البينية مع الدماغ تكون مرنة إلى درجة يمكن مدها لتتناسب مع محيط سطح الدماغ. وفقا لرئيس قسم الأبحاث والتطوير في شركة غلاكسو سميث كلاين، منصف السلواي، «إن العلوم التي تدعم الإلكترونيات البيولوجية تسير بوتيرة مذهلة في المراكز الأكاديمية في جميع أنحاء العالم، ولكنها تحدث جميعها في أماكن منفصلة. التحدي هو دمج العمل - في واجهات بينية بين الدماغ والحاسوب، وعلوم المواد، وتكنولوجيا النانو، وتوليد الطاقة الدقيقة - لتوفير فوائد علاجية»<sup>(331)</sup>.

قام الأطباء في جامعة تل أبيب بتجهيز الفئران بمخيخ اصطناعي، جرى وصله بجذع دماغ الفأر لتفسير المعلومات الواردة من بقية أنحاء جسم الفأر<sup>(332)</sup>. وباستخدام هذه المعلومات، يتمكن الأطباء من تحفيز الخلايا العصبية الحركية لتحريك أطراف الفأر. وعلى الرغم من أن العمل لا يزال في مراحله الأولى، يعتقد الخبراء في هذا المجال أنها ليست سوى مسألة وقت حتى يجري بناء نسخ اصطناعية



لكامل النظم الفرعية في الدماغ. قال فرانسيسكو سيولفيدا من جامعة إسكس في المملكة المتحدة إن صعوبة التحدي جسيمة بيد أن العلماء يرون طريقا واضحا نحو تحقيق النجاح. «من المرجح أن يستغرق الأمر عقودا عدة للوصول إلى هناك، ولكن رهائي هو أن أجزاء محددة ومنظمة بشكل جيد في الدماغ مثل الحُصين أو القشرة البصرية سيكون لها قرائن اصطناعية قبل نهاية هذا القرن»<sup>(333)</sup>.

قبل تطوير النظام الفرعي الاصطناعي للدماغ المعقد مثل الحُصين أو القشرة البصرية بكثير، كان هناك بالفعل ما يسمى أعضاء اصطناعية عصبية أخرى تستخدم في البشر، بما في ذلك الأعضاء الاصطناعية للتحكم في المثانة<sup>(334)</sup>، وتخفيف آلام العمود الفقري<sup>(335)</sup>، وعلاج بعض أشكال العمى<sup>(336)</sup> والصمم<sup>(337)</sup>. ووفقا للعلماء فإنه من المتوقع أن تستحدث في المستقبل القريب أعضاء اصطناعية أخرى تكون قادرة على تحفيز أجزاء معينة من الدماغ لتعزيز مركز النشاط والتركيز<sup>(338)</sup>، وأنه بواسطة النقر على مفتاح سيجري تحفيز الروابط العصبية المرتبطة مع «الممارسة» من أجل تعزيز قدرة الشخص الذي تعرض إلى سكتة دماغية على تعلم كيفية السير مرة أخرى.

### «تعديل الطفل»

مع استمرار تحسن عمليات زراعة الأعضاء، والأطراف الاصطناعية، والأعضاء الاصطناعية العصبية، وغيرها من التطبيقات في علم نظم التواصل والتحكم الآلي، توسعت آفاق النقاش حول الآثار المترتبة على استخدامها كأجهزة علاجية، ودوائية، وترميمية (تعويضية) لتشمل الآثار المترتبة على استخدام الأطراف الاصطناعية التي تعزز البشر. على سبيل المثال، عمليات الزرع في الدماغ الموصوفة أعلاه التي يمكن أن تساعد ضحايا السكتة الدماغية على التعلم بسرعة أكبر على كيفية السير مرة أخرى، يمكن أن تستخدم أيضا في الأشخاص الأصحاء لتعزيز التركيز عندهم متى شاءوا<sup>(339)</sup> لمساعدتهم على تعلم مهارة جديدة تماما، أو تعزيز قدرتهم على التركيز عندما يشعرون بأن ذلك مهم بشكل خاص.

لقد بدأ بالفعل التعزيز المؤقت للأداء الذهني من خلال استخدام المستحضرات الدوائية، بوجود ما يقدر بنحو 4 في المائة من طلاب الجامعات ممن يستخدمون

بشكل روتيني الأدوية التي تساعد على تنشيط الانتباه مثل أديرال Adderall، وريتالين Ritalin، وبروفيجل Provigil لتحسين درجاتهم<sup>(340)</sup> في الاختبارات في أثناء فترة الامتحانات. أشارت الدراسات التي أجريت في بعض المدارس إلى معدلات أعلى قد تصل إلى 35 في المائة. وبعد تحقيق معمق لاستخدام هذه الأدوية في المدارس الثانوية، ذكرت صحيفة نيويورك تايمز أنه لا يوجد هناك «بحث موثوق» يُبنى على أساسه تقدير على المستوى الوطني لهذا الاستخدام، ولكن الاستبيان الذي شارك فيه أكثر من خمس عشرة مدرسة من المدارس ذات المعايير الأكاديمية العالية أسفر عن تقدير من الأطباء والطلاب بأن النسبة المئوية للطلاب الذين يستخدمون هذه المواد «تتراوح بين 15 و 40 في المائة»<sup>(341)</sup>.

ومضت صحيفة التايمز في تقريرها إلى القول بأن «أحد الأمور التي كان عليها إجماع واضح هو أن: المستخدمين أصبحوا أكثر شيوعاً ... وبعض الطلاب الذين يفضلون عدم تناول الأدوية سيضطرون إلى الانضمام إليهم بسبب التنافس على المرتبة في الصف واهتمام الجامعات». بعض الأطباء الذين يعملون مع عائلات من ذوي الدخل المحدود بدأوا بكتابة وصفات طبية لدواء أديرال Adderall<sup>(342)</sup> للأطفال لمساعدتهم على تعويض المزايا التي يتمتع بها الأطفال الذين يتحدثون من عائلات ثرية. وقد ذكر أحد هؤلاء الأطباء، وهو الدكتور مايكل أندرسون من مقاطعة كانتون في ولاية جورجيا، لصحيفة التايمز أنه يعتقد أن ذلك «سيعدل كفة الميزان بشكل طفيف... لقد قررنا كمجتمع أن تعديل بيئة الطفل هو أمر باهظ الثمن. لذلك ينبغي علينا أن نعدل الطفل».

قبل بضع سنوات، شارك ما يقرب من 1,500 شخص يعملون علماء أبحاث في المؤسسات التابعة لأكثر من ستين دولة في استطلاع بشأن استخدام الأدوية التي تعزز الدماغ. وقال ما يقرب من 20 في المائة منهم إنهم استخدموا بالفعل مثل هذه الأدوية، وذكر أغلبهم أنهم شعروا بتحسين ذاكرتهم وقدرتهم على التركيز<sup>(343)</sup>. على الرغم من أن الاستخدام غير الصحيح والاستخدام المفرط الخطير لهذه المواد حداً بالأطباء إلى التحذير من المخاطر والآثار الجانبية، فإن العلماء يعملون على تصنيع مركبات جديدة تحمل معها وعوداً بتعزيز الذكاء بالفعل<sup>(344)</sup>. يتوقع البعض أن استخدام العقاقير المحسنة التي تعزز الذكاء التي يجري تطويرها حالياً يمكن أن

تصبح شائعة ولا تجلب معها إلا وَصمة ضئيلة مثل عمليات التجميل الجراحية هذه الأيام<sup>(345)</sup>. تجري وكالة مشاريع البحوث المتقدمة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية تجارب بمنهج مختلف لتعزيز التركيز وتسريع تعلم المهارات الجديدة من خلال استخدام تيارات كهربائية ضعيفة توجه من خارج الجمجمة إلى جزء من الدماغ يُستخدم للتعرف على الأشياء من أجل تحسين تدريب القناصة<sup>(346)</sup>.

### تعزيز الأداء

في دورة الألعاب الأولمبية للعام 2012، دخل أوسكار بيستوريوس من جنوب أفريقيا التاريخ كأول رياضي في سباقات المضمار مبتور الساقين يدخل المنافسة<sup>(347)</sup>. بيستوريوس، الذي ولد من دون وجود قصبات في ساقيه السفليتين، وجرى بترهما قبل أن يبلغ الواحدة من العمر، تعلم الجري بأطراف اصطناعية. وقد نافس في سباق العدو السريع لمسافة 400 متر، حيث وصل إلى الدور نصف النهائي، وسباق التتابع 4 × 400، الذي وصل فيه فريق جنوب أفريقيا إلى النهائيات<sup>(348)</sup>.

وقد أعرب بعض منافسي بيستوريوس عن قلقهم قبل انطلاق الألعاب بأن النّصّلات المرنة الموصولة إلى ساقيه السفليتين الاصطناعيتين قد تمنحه بالفعل أفضلية غير عادلة. وقال الرياضي المتقاعد حامل الرقم القياسي العالمي في سباق العدو السريع لمسافة 400 متر، مايكل جونسون: «لأننا لا نعلم علم اليقين ما إذا كانت هذه الأطراف الاصطناعية تعطيه الأفضلية، فالأمر مجحف بحق المتنافسين من الأصحاء بدنياً»<sup>(349)</sup>.

بسبب شجاعته وإصراره، كان معظم الناس يهتفون لبستوريوس لتحقيق الفوز. من الواضح أننا نمر بالفعل في زمن الجدل الأخلاقي بشأن ما إذا كانت التعزيزات الاصطناعية للكائنات البشرية تؤدي إلى منح مزايا غير عادلة من مختلف الأنواع. عندما تنافس بيستوريوس بعد أسبوعين من ذلك في الألعاب الأولمبية للمعوقين، قدم هو نفسه احتجاجاً ضد واحد من المتسابقين الآخرين الذي كانت نصلاته الاصطناعية، وفق بيستوريوس<sup>(350)</sup>، طويلة جداً بالمقارنة مع طول قامته وذلك بمنحه أفضلية غير عادلة.

في مثال آخر من ألعاب القوى، فإن استخدام هرمون يسمى الإريثروبويتين (EPO) - الذي ينظم إنتاج خلايا الدم الحمراء<sup>(351)</sup> - يمكن أن يعطي الرياضيين

أفضلية كبيرة من خلال تزويد العضلات بمزيد من الأكسجين لفترة أطول من الزمن<sup>(352)</sup>. جرى تجريد أحد الفائزين السابقين في سباقات الدراجات الهوائية التي تقام في فرنسا (تور دو فرانس) من اللقب الذي حققه بعد أن أثبتت التحاليل الطبية ارتفاع نسبة هرمون التستوستيرون لديه. وقد اعترف بتعاطيه هرمون الإريثروبويتين EPO، إلى جانب بعض المقويات غير المشروعة الأخرى<sup>(353)</sup>. وأخيرا جدا، تم تجريد الفائز بسباقات الدراجات الهوائية التي تقام في فرنسا (تور دو فرانس) لسبع مرات لانس آرمسترونغ من جميع البطولات والألقاب التي حققها وجرى حرمانه من سباق الدراجات<sup>(354)</sup> مدى الحياة بعد أن أصدرت وكالة مكافحة المنشطات الأمريكية تقريراً تفصل فيه استخدامه لهرمون الإريثروبويتين EPO، والمنشطات (ستيرويد)، ونقل الدم<sup>(355)</sup>، والعقاقير المنشطة من قبل أعضاء آخرين من فريقه، ومؤامرة خفية للتستر على ذلك.

وقد اضطرت السلطات المسؤولة عن دورة الألعاب الأولمبية والمنافسات الرياضية الأخرى إلى خوض سباق تسلح بالأسلحة الجينية والبيوكيميائية لتطوير أساليب أكثر تطوراً من أي وقت مضى للكشف عن المنشطات الجديدة التي تخالف القوانين<sup>(356)</sup>. ماذا لو أن الجين الذي ينتج هرمونا إضافيا من الإريثروبويتين EPO اتحد مع جينوم الرياضي؟ كيف سيُكشف عن ذلك؟

على الأقل واحد من الفائزين بالميدالية الذهبية الأولمبية لعدة مرات، ييرو مانتيرانتا، المتزلج الفنلندي عبر البلاد، اكتشف بعد سنوات لاحقة أنه كان يمتلك طفرة طبيعية في جسمه تتسبب في إنتاج هرمون الإريثروبويتين EPO بمعدل يفوق المعدل الطبيعي - وبالتالي ينتج مزيداً من خلايا الدم الحمراء<sup>(357)</sup>. من الواضح أن ذلك لا يمكن اعتباره انتهاكاً للقوانين الأولمبية. تنافس مانتيرانتا في ستينيات القرن العشرين، قبل أن تصبح تقنية الربط الجيني متوافرة. ولكن إذا ظهر رياضيون أولمبيون في المستقبل يحملون ذات الطفرة، قد يكون من المستحيل تحديد ما إذا كانت طبيعية أو نتيجة ارتباطها اصطناعياً بالجينوم الخاص بهم. يمكن الكشف عن الربط الآن، ولكن العلماء يقولون إنه عندما يُستكمل هذا الإجراء بشكل تام، قد لا يتمكن المسؤولون الأولمبيون من اتخاذ قراراتهم من دون إجراء فحص جيني لأقارب الرياضي<sup>(358)</sup>.

في مثال آخر، اكتشف العلماء الآن وسائل للتلاعب في بروتين يسمى مايوستاتين myostatin الذي ينظم بناء العضلات<sup>(359)</sup>. الحيوانات التي يتثبط لديها بروتين المايوستاتين myostatin تنمو فيها عضلات قوية وضخمة بشكل غير طبيعي في جميع أنحاء أجسادها. إذا جرى تعديل الرياضيين جينيا لتعزيز نمو عضلاتهم، فهل يشكل ذلك منافسة غير عادلة؟ أليس ذلك ببساطة شكلا جديدا من أشكال المنشطات، مثل استخدام منشطات الستيرويد وحقن الدم الغني بالأكسجين؟ ومرة أخرى هنا، بعض الناس - بمن فيهم على الأقل لاعبة جمباز واحدة شابة وطموحة - يمتلكون طفرة نادرة ولكنها طبيعية تمنعهم من إنتاج كمية طبيعية من بروتين مايوستاتين myostatin، مما ينجم عنها عضلات خارقة.

من المرجح أن ينتج التقارب بين الهندسة الوراثية والأطراف الاصطناعية أيضا اختراقات جديدة. أعلن علماء في ولاية كاليفورنيا عن مشروع جديد في العام 2012 لإنشاء خصية اصطناعية، يشيرون إليها باسم «الآلة البيولوجية لإنتاج الحيوانات المنوية» البشرية<sup>(360)</sup>. باعتبارها في الأساس عضوا اصطناعيا، فإن الخصية الاصطناعية سيتم حقنها كل شهرين بالخلايا المنوية التي تم هندستها من الخلايا الجذعية الخاصة برجل بالغ.

بعض التطبيقات الأولى للأبحاث الوراثية كانت في علاج العقم. في الواقع، لقد تركز قدر كبير من العمل منذ بداية ثورة علوم الحياة على بداية ونهاية دورة حياة الإنسان - إعادة اكتشاف الحياة والموت.

### تغير أخلاقيات الخصوبة

أثارت ولادة أول ما يسمى بطفل الأنبوب في إنجلترا في العام 1978، لويز براون<sup>(361)</sup>، جدلا عالميا بشأن أخلاقيات هذا الإجراء واستقامته<sup>(362)</sup> - وهو جدل أسس من عدة نواح نموذجاً للطريقة التي تتفاعل فيها الجماهير مع معظم هذه الاختراقات. في المرحلة الأولى، كان هناك قدر من الصدمة والرعب، ممزوج بموجة من التكهّنات مع محاولة الخبراء الأغنياء استكشاف الآثار المترتبة على هذا الاختراق. أبدى بعض المهتمين بالأخلاقيات البيولوجية حينها قلقهم من أن الإخصاب في المختبر (طفل الأنبوب) قد يقلل بطريقة ما من الحب الأبوي

ويضعف العلاقات بين الأجيال<sup>(363)</sup>. ولكن مقابل الرهبة التائهة والاضطراب والغضب هناك الفرح والسعادة الغامرة للآباء والأمهات الجدد الذين تحولت أحلامهم في إنجاب طفل إلى حقيقة في نهاية المطاف. وسرعان ما تتبدد مظاهر الاحتجاج وتلاشى بعد ذلك. وعلى حد تعبير واحدة من المهتمات بالأخلاقيات البيولوجية الأمريكيات، ديبورا ماثيوز: «الناس يريدون الأطفال»<sup>(364)</sup>، ولا أحد يريد أي شخص آخر أن يقول لهم إنهم لا يستطيعون الحصول عليهم». منذ العام 1978، ولد أكثر من خمسة ملايين طفل لآباء يعانون العقم ويرغبون في إنجاب الأطفال<sup>(365)</sup> من خلال استخدام عمليات التخصيب في المختبر والإجراءات ذات الصلة.

خلال العديد من جلسات الاستماع في الكونغرس حول التقدم الذي حققته أبحاث علوم الحياة في سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين، رأيت هذا النمط يتكرر مرات عديدة<sup>(366)</sup>. حتى في مراحل سابقة لذلك، في العام 1967، أثارت أيضا أول عملية زراعة قلب قام بها الدكتور كريستيان برنارد<sup>(367)</sup> في جنوب أفريقيا جدلا، ولكن الابتهاج والدهشة - لما كان يُنظر إليه على أنه معجزة طبية - وضعا حدا لهذا الجدل قبل أن يكتسب زخما. وأخبرني الطبيب المساعد في العملية، الدكتور ورويك بيكوك، أنه عندما بدأ القلب المزروع يخفق أخيرا، هتف برنارد، «يا إلهي، إنه يعمل!»<sup>(368)</sup> فيما بعد، أثارت أول عملية استنساخ للماشية وتسويق الأمومة البديلة تجاريا<sup>(\*)</sup> أيضا جدلا بيد أنه لم يدم طويلا.

ولكن يؤدي سيل الاكتشافات العلمية الآن إلى خيارات جديدة بالنسبة إلى الخصوبة من شأنها إثارة خلافات قد لا تخبو بذات السرعة. تشمل أحد الإجراءات الجديدة الحمل بجنين واستخدام التشخيص الوراثي ما قبل زراعة هذا الجنين<sup>(369)</sup> (PGD) لاختيار «الأخ المخلص»<sup>(370)</sup> المناسب الذي يمكن أن يكون بمنزلة المتبرع للأعضاء<sup>(371)</sup>، أو الأنسجة<sup>(372)</sup>، أو نخاع العظام<sup>(373)</sup>، أو الخلية الجذعية للحبل السري<sup>(374)</sup> لشقيقه أو شقيقته. وقد أثار بعض المهتمين بالأخلاقيات البيولوجية المخاوف من أن الغاية المفيدة من وراء مثل هذه العمليات من الحمل تحط من

(\*) الرُّحْمُ الطُّفْر: امرأة تحمل جنين امرأة أخرى. [المترجم].

قيمة الطفل<sup>(375)</sup>، على الرغم من أن آخرين يتساءلون: لماذا ينبغي بالضرورة أن تكون الحال على هذا المنوال؟ من الناحية النظرية، يمكن للأهل أن يحبوا ويقدرُوا كلا الطفلين بشكل متساوٍ حتى إن كانوا يسعون إلى تأمين علاج طبي مهم للطفل الأول بمساعدة الطفل الثاني<sup>(376)</sup>. ولكن في مثل هذا السيناريو فإن القضية المتعلقة بمدى توافر إمكان الحصول بالفعل على الموافقة المستنيرة من جانب الطفل المتبرع هي مسألة أخرى.

وَضَعَ العلماء والأطباء في قسم الطب التناسلي في جامعة نيوكاسل في إنجلترا الخطوط العريضة لإجراء ينبغي إنتاج «أطفال من ثلاثة آباء»<sup>(377)</sup>، للسماح للأزواج المعرضين بنسبة عالية لخطر نقل مرض عضوي عُضَال إلى أبنائهم من الحمض النووي المتقدري السقيم للأم بإنجاب طفل سليم صحياً. إذا كان هناك شخص ثالث، وهي امرأة ليس لديها تلك الجينات المعنية، وسمحت باستبدال جيناتها (لأن هذه الجينات يجب أن تأتي من طرف متبرعة أنثى) لذلك الجزء من جينوم الجنين، عندها سينجو الطفل من خطر الإصابة بالحالة المرضية الوراثية. نسبة 98 في المائة من الحمض النووي للطفل ستأتي من الأم والأب؛ ونسبة 2 في المائة فقط أو ما يقارب ذلك من الحمض النووي ستأتي من المتبرعة بالجينات. بيد أن هذا التعديل الجيني هو تعديل لن يؤثر<sup>(378)</sup> في الطفل فقط، بل في كل ذريته، إلى الأبد. ونتيجة لذلك، طلب الأطباء من الحكومة مراجعة الإجراء لتحديد ما إذا كان هذا الإجراء مقبولا بموجب قوانين بريطانيا<sup>(\*)</sup>.

عندما تكون مثل هذه الخيارات في أيدي الآباء بدلا من الحكومة، فإن معظم الناس يتبنون معايير مختلفة لتحديد مشاعرهم تجاه الإجراء المعني. الاستثناء الكبير هو النقاش المستمر حول أخلاقيات الإجهاض. على الرغم من المعارضة العنيفة للإجهاض بين كثير من الناس المهتمين، فإن الأغلبية في معظم البلدان يبدو أنها تجاوزت درجة عدم الارتياح لديها مهما كانت نسبتها بشأن هذا الإجراء من خلال التأكيد على مبدأ أن هذا قرار يجب أن يترك البت فيه للمرأة الحامل نفسها، على الأقل في المراحل الأولى من الحمل<sup>(379)</sup>.

(\*) أقر مجلس العموم تشريعا يجيز الإجراء في الثالث من فبراير 2015، لتصبح بريطانيا أول دولة في العالم تجيز تخليق الأجنة من ثلاثة آباء. [المحررة].

يبد أن تشتت الخيارات الوراثية الجديدة على الأفراد، في بعض البلدان، يؤدي إلى إصدار قوانين جديدة تنظم الأمور التي يمكن للوالدين فعلها والأمور التي لا يستطيعون فعلها. فقد حظرت الهند الاختبارات الجينية للأجنة، أو حتى إجراء تحاليل الدم، المصممة لتحديد جنس الجنين<sup>(380)</sup>. أدت الرغبة القوية لدى العديد من الآباء الهنود في أن يكون الطفل التالي الذي ينجبونه ذكراً، لا سيما إذا كانوا قد أنجبوا أنثى قبل ذلك، بالفعل إلى عمليات إجهاض لـ 500 ألف من الأجنة الإناث في كل العام<sup>(381)</sup> وعدم توازن متزايد في عدد الذكور بالنسبة إلى عدد الإناث بين السكان. (من بين العديد من العوامل الثقافية التي تؤدي دوراً منذ زمن طويل في نشوء ذلك التفضيل للأطفال الذكور هو ارتفاع تكلفة المهر الذي ينبغي على أهل العروس دفعه). الإحصاء السكاني المؤقت للهند للعام 2011، الذي أظهر انخفاضاً حاداً آخر في نسبة التوازن في جنس الأطفال، دفع الحكومة الهندية إلى إطلاق حملة جديدة لفرض حظر أفضل ضد إجراءات اختيار الجنس للأطفال<sup>(382)</sup>.

معظم إجراءات تحديد نوع الجنس قبل الولادة في الهند تستخدم آلات الموجات فوق الصوتية<sup>(383)</sup> بدلاً من الإجراءات ذات المخاطر العالية مثل بزل السلى، وانتشار الدعاية لعيادات الموجات فوق الصوتية الرخيصة هو دليل على مدى شعبية هذا الإجراء. على الرغم من أن عمليات الإجهاض الانتقائي بسبب جنس الجنين غير مشروعة في الهند، لم تحظ الاقتراحات المقترحة لفرض حظر على أجهزة الموجات فوق الصوتية بأي تأييد لها، ويرجع ذلك جزئياً إلى استخداماتها الطبية الأخرى. بعض الأزواج من الهند<sup>(384)</sup> - وغيرها من البلدان - يسافرون الآن إلى تايلاند، حيث تقدم صناعة «السياحة الطبية» الناجحة هناك إجراءات التشخيص الجنيني قبل الزرع للأزواج الذين ينوون إنجاب طفل ذكر. وقال أحد الأطباء في واحدة من هذه العيادات إنه لم يتلقَ أي طلبات لجنين أنثى.

يوجد الآن إنجاز علمي يسمح باختبار الحمض النووي للجنين في عينات من الدم مأخوذة من الأمهات الحوامل<sup>(385)</sup>؛ ويقول الخبراء إن هذا الاختبار دقيق بنسبة 95 في المائة في تحديد نوع جنس الجنين بعد سبعة أسابيع من الحمل، ويصبح أكثر دقة في أثناء سير الحمل. إحدى الشركات المصنعة لعدة الاختبار،



وهي شركة كونسيومر جينيتيكس (علم الوراثة للمستهلك)، في مقاطعة سانتا كلارا، في ولاية كاليفورنيا، تطلب من النساء توقيع اتفاق بعدم استخدام نتائج الاختبار لاختيار جنس المولود؛ وأعلنت الشركة أيضا أنها لن تبيع طواقم هذه العدة في الهند أو في الصين.

في العام 2012، أعلن باحثون في جامعة واشنطن عن اختراق علمي في تسلسل جينوم الجنين بأكمله تقريبا من مزيج من عينة من الدم من المرأة الحامل وعينة من لعاب الأب<sup>(386)</sup>. على الرغم من أن العملية لاتزال مكلفة (ما يقدر بـ 20 ألفا إلى 50 ألف دولار لجينوم جنين واحد<sup>(387)</sup> - في العام الماضي، كانت التكلفة 200 ألف دولار لكل اختبار)<sup>(388)</sup>. من المرجح أن يستمر هبوط سعر التكلفة بسرعة كبيرة<sup>(389)</sup>. بعد إعلان هذا الاختراق بفترة وجيزة، أعلن فريق بحث طبي في جامعة ستانفورد عن إجراء محسن لا يتطلب عينة جينية من الأب ويتوقع أن يكون متوافرا على نطاق واسع في غضون عامين بتكلفة تقديرية قدرها 3 آلاف دولار<sup>(390)</sup>.

فيما ينصب معظم الاهتمام على فحص جنس الأجنة، جرى إحراز تقدم هائل في مجال فحص العلامات الوراثية التي تحدد الاضطرابات الخطيرة التي يمكن علاجها من خلال الكشف المبكر. فعلى سبيل المثال، تبين أن 5 آلاف مولود من بين ما يقرب من أربعة ملايين طفل يولدون كل عام في الولايات المتحدة، لديهم اضطرابات جينية أو وظيفية قابلة للعلاج إذا اكتُشفت في وقت مبكر<sup>(391)</sup>. بما أنه يُجرى فحص روتيني للأطفال حديثي الولادة في يوم ولادتهم لأكثر من عشرين مرضا، فإن السهولة الجديدة في إجراء الفحص الجيني على الأجنة يعتبر عمليا مجرد استكمال للعملية التي تؤدي بشكل روتيني بعد الولادة مباشرة.

بيد أن الآثار الأخلاقية مختلفة تماما، ويرجع ذلك إلى أن احتمال معرفة حالة ما أو سمة معينة في الجنين يمكن أن يدفع الأهالي إلى إجراء عملية الإجهاض. في الواقع، إنهاء حالات الحمل التي تشمل أجنة مصابة باعتلالات جينية خطيرة هو أمر شائع في جميع أنحاء العالم. اكتشفت دراسة أمريكية أجريت أخيرا، على سبيل المثال، أن أكثر من 90 في المائة من النساء الأمريكيات اللواتي يكتشفن أن الجنين الذي يحملنه مصاب بمتلازمة داون يعملن على إنهاء حملهن<sup>(392)</sup>. جاء

في إحدى المقالات المعنونة بشكل استفزازي «مستقبل تحسين النسل الجديد»، التي كتبها أرماند ليروي من إمبيريال كوليج (الكلية الملكية) في المملكة المتحدة، «يشير القبول الواسع النطاق للإجهاض كممارسة لتحسين النسل إلى إمكان وجود مقاومة ضئيلة للطرق الأكثر تطورا لاختيارات تحسين النسل<sup>(393)</sup>، وبصفة عامة، هكذا كانت طبيعة الحال».

يقول العلماء إنه في غضون هذا العقد، يتوقعون تطوير القدرة على فحص الأجنة لسمات مثل لون الشعر<sup>(394)</sup> والعينين<sup>(395)</sup>، وملامح البشرة<sup>(396)</sup>، ومجموعة متنوعة من الصفات الأخرى - تشمل بعض السمات التي كان يُعتقد سابقا أنها سمات سلوكية والتي يعتقد بعض العلماء الآن أنها تمتلك عناصر جينية وافية. ويرى الدكتور ديفيد إيجلمان، عالم الأعصاب في كلية بايلور للطب، «إذا كنت حاملا لمجموعة معينة من الجينات، فاحتمال ارتكابك لجريمة عنيفة هو أعلى بأربعة أضعاف من حالة عدم امتلاكك لتلك الجينات... الأغلبية الساحقة من السجناء يحملون هذه الجينات؛ 98.1 في المائة من السجناء المحكوم عليهم بالإعدام يحملونها أيضا»<sup>(397)</sup>.

إذا اكتشف الآباء المحتملون أن تلك المجموعة من الجينات موجودة في الأجنة التي يفكرون في إجراء عمليات زراعة لها، فهل سيدفعهم ذلك إلى فصلها، أو اختيار جنين مختلف بدلا منه؟ هل سنناقش قريبا «تحسين النسل المؤزر»؟ نتيجة لهذه التطورات ومثيلاتها، يعرب عدد من دعاة الأخلاقيات البيولوجية عن قلقهم بأن ما سماه ليروي بـ «تحسين النسل الجديد» سوف يضعنا قريبا في جولة أخرى من الخيارات الأخلاقية الصعبة<sup>(398)</sup>.

يُستخدم الآن في العيادات الخاصة بعمليات التخصيب المخبري بالفعل التشخيص الجيني ما قبل الزرع (PGD) لفحص الأجنة للعلامات المرتبطة بمئات الأمراض قبل الزرع<sup>(399)</sup>. على الرغم من أن لدى الولايات المتحدة أنظمة في مجال البحوث الطبية أكثر من معظم البلدان، فإن التشخيص الجيني ما قبل الزرع (PGD) لا يزال غير منظم تماما. وبالتالي، لن يتعدى الأمر أكثر من مسألة وقت حتى يُقدّم طيف واسع جدا من المعايير - تشمل عوامل مستحضرات التجميل أو العوامل الجمالية - كخيارات للآباء والأمهات لانتقائها في عملية الفحص.

أحد الأسئلة التي برزت سابقا تتعلق بأخلاقيات التخلص من الأجنة التي لا تُختار للزرع. إذا جرى فحص هذه الأجنة واعتبارها صالحة، يجري تجميدها وحفظها لعمليات الزرع المحتملة لاحقا<sup>(400)</sup> - وهذا خيار تختاره العديد من النساء اللواتي يخضعن لإجراء التخصيب المخبري<sup>(401)</sup>. ومع ذلك، غالبا ما يتم زرع عدة أجنة في وقت واحد من أجل تحسين احتمالات نجاة أحدها<sup>(402)</sup>؛ وهذا هو السبب الرئيس وراء شيوع الولادات المتعددة جراء عمليات التخصيب المخبري أكثر من حالات الولادة الطبيعية الشائعة بين السكان بشكل عام<sup>(403)</sup>. وقد وضعت المملكة المتحدة حدا قانونيا لعدد الأجنة<sup>(404)</sup> التي يمكن للأطباء زرعها، وذلك من أجل خفض عدد الولادات المتعددة وتجنب المضاعفات المرافقة لذلك على الأمهات والأطفال - والتكلفة الإضافية لنظام الرعاية الصحية. ونتيجة لذلك، تستخدم إحدى الشركات، وهي شركة أوكسوجين Auxogyn، التصوير الرقمي<sup>(405)</sup> (بالارتباط مع خوارزمية متطورة)، من أجل رصد تطور الأجنة كل خمس دقائق - من لحظة التلقيح إلى أن يجري انتقاء واحد منها للزرع. والغرض من ذلك هو اختيار الجنين المرجح أكثر للنمو<sup>(406)</sup> بطريقة سليمة وصحية.

من الناحية العملية، يدرك الجميع أنها ليست سوى مسألة وقت قبل أن يتم التخلص من الأغلبية العظمى من الأجنة المجمدة - الأمر الذي يثير القضية الأساسية نفسها التي تحفز الحركة لوقف عمليات الإجهاض: هل من حق الجنين في المراحل الأولى من الحياة التمتع بجميع أشكال الحماية القانونية المتاحة للأفراد بعد ولادتهم؟ مرة أخرى، بغض النظر عن الشكوك التي تساورهم، فإن الأغلبية في كل بلد تقريبا وصلت إلى نتيجة مفادها أنه على الرغم من أن الأجنة تحدد المرحلة الأولى من حياة الإنسان، فإن الاختلافات العملية بين المضغة، أو الجنين، والفرد هي مع ذلك كبيرة لدرجة تسمح للمرأة الحامل بالتحكم في خيارات الإجهاض<sup>(407)</sup>. تتفق هذه الرؤية مع وجهة النظر الموازية للأغلبية في كل بلد تقريبا القائلة بأن الحكومة ليس لديها الحق في أن تطلب من المرأة الحامل أن تقوم بالإجهاض<sup>(408)</sup>.

تصدر الضجة بشأن أبحاث الخلايا الجذعية الجنينية أيضا من مسألة ذات صلة. حتى إن جرى إقرار أنه من حق المرأة أن تختار إنهاء الحمل - في ظل معظم

الظروف - هل من المقبول أيضا للوالدين إعطاء الإذن لإجراء «التجارب» على الجنين الذي منحوه بداية الحياة؟ على الرغم من أن هذا الجدل لا يزال بعيدا عن الحسم، من الواضح أن أغلبية الناس في معظم البلدان تشعر بأن الفوائد العلمية والطبية لسحب الخلايا الجذعية من الأجنة مهمة لدرجة أنها تبرر إجراء مثل هذه التجارب<sup>(409)</sup>. في العديد من البلدان، يرتبط التبرير بقرار مسبق بأن الأجنة المعنية سيجري التخلص منها على أي حال.

يُثير اكتشاف الخلايا الجذعية غير الجنينية (الخلايا المستحثة المتعددة القدرات، أو خلايا iPS) على يد شينيا ياماناكا من جامعة كيوتو<sup>(410)</sup> (الذي حصل على جائزة نوبل في الطب في العام 2012)<sup>(411)</sup> حماسا هائلا بشأن مجموعة واسعة من العلاجات الجديدة والتحسينات الكبيرة في اكتشاف الأدوية وإجراء الفحوصات. ولكن على الرغم من هذا الاكتشاف المثير، لا يزال العديد من العلماء يرى أنه سيأتي يوم تُثبت فيه الخلايا الجذعية الجنينية أنها تمتلك صفات فريدة وقدرات من شأنها تبرير استمرار استخدامها<sup>(412)</sup>. لقد استخدم باحثون في كلية لندن الجامعية فعلا الخلايا الجذعية بنجاح لاستعادة بعض الرؤية عند الفئران المصابة بمرض شبكية العين الموروثة<sup>(413)</sup>، وهم يعتقدون أن بعض أشكال العمى عند البشر قد تصبح قريبا قابلة للعلاج<sup>(414)</sup> باستخدام تقنيات مشابهة. وقد استخدم باحثون آخرون في جامعة شيفيلد الخلايا الجذعية لإعادة بناء الأعصاب في آذان الجربيع واستعادة حاسة السمع لديها<sup>(415)</sup>.

في العام 2011، أثار علماء الخصوبة في جامعة كيوتو اليابانية ضجة عندما أعلنوا أنهم استخدموا بنجاح الخلايا الجذعية الجنينية لفأر لإنتاج الحيوانات المنوية عند زرعها في خصيات الفئران التي كانت عقيمة<sup>(416)</sup>. عندما استُخرجت الحيوانات المنوية بعد ذلك ووُضعت في بيض الفأر، نُقلت البويضات المخصبة إلى أرحام الفئران الإناث، وأسفرت العملية عن ولادة ذرية طبيعية يمكنها التكاثر بعد ذلك بشكل طبيعي. ويبنى عملهم على اختراق علمي إنجليزي تم في العام 2006 أنتج من خلاله علماء البيولوجيا في جامعة نيوكاسل أبون تاين للمرة الأولى خلايا منوية عاملة جرى تحويلها من خلايا جذعية وأنتجت ذرية حيّة، على الرغم من أن الذرية كانت مصابة بعِلل وراثية<sup>(417)</sup>.

أحد الأسباب وراء جذب هذه الدراسات لكل هذا الاهتمام هو أن التقنية الأساسية نفسها، مع تطويرها واستكمالها بشكل متقن، قد توفر قريبا إمكان جعل الرجال المصابين بالعقم قادرين على إنجاب أطفال بيولوجيين<sup>(418)</sup> - وفتح المجال أمام الأزواج المثليين والمثليات في الحصول على أطفال يكونون جينيا وبيولوجيا أولادهم الحقيقيين<sup>(419)</sup>. بعض الكتاب الذين يتصدرون عناوين الصحف استطابوا أيضا التكهّن بأنه نظرا إلى أنه لا يوجد أي سبب يمنع المرأة، من الناحية النظرية، من إمكان إنتاج خلايا الحيوانات المنوية الخاصة بها باستخدام هذه التقنية: «هل سيصبح الرجال بائدين؟» في القائمة الطويلة لنتائج البحوث الجينية المثيرة للقلق فعليا، يبدو أن مصير هذا الاحتمال يقبع في أسفل القائمة، علما بأنني منحاز بالتأكيد تجاه طرح هذا التنبؤ.

### مدى الحياة و«مدى الصحة»

تماما مثلما يركز العلماء الذين يعملون على الخصوبة على بداية الحياة، هناك آخرون يصبون جُلّ اهتمامهم على نهاية الحياة - وقد حققوا حتى الآن تقدما هائلا في فهم العوامل التي تؤثر في طول العمر. فهم يعملون على تطوير إستراتيجيات جديدة يأملون أن تحقق ليس فقط امتدادات كبيرة في متوسط عمر الإنسان، ولكن أيضا امتداد لما يشير إليه كثيرون باسم «مدى الصحة» - وهو عدد سنوات الحياة التي نعيشها بصحة جيدة من دون حالات وهن أو أمراض.

على الرغم من أن بضعة علماء ممن يعيشون بعيدا عن مقرّات عملهم يرون أن الهندسة الجينية قد تزيد من طول حياة الإنسان لعدة قرون<sup>(420)</sup>، فإن هناك إجماعا في الآراء بين العديد من المتخصصين في مجال الشيخوخة بأن نسبة 25 في المائة هي على الأرجح<sup>(421)</sup> المدى الممكن لهذه الزيادة. وفقا لمعظم الخبراء، فإن نظرية التطور<sup>(422)</sup> والعديد من الدراسات في مجال علم الوراثة البشرية<sup>(423)</sup> والحيوانية<sup>(424)</sup> قادتهم إلى استخلاص نتيجة مفادها أن العوامل البيئية وغط الحياة تسهم بنحو ثلاثة أرباع عملية الشيخوخة<sup>(425)</sup> وأن الوراثة تسهم بنسبة متواضعة أكثر - أي بنسبة تقريبية تتراوح بين 20 و 30 في المائة<sup>(426)</sup>.

أظهرت إحدى الدراسات الأكثر شهرة بشأن العلاقة بين نمط الحياة ومدى العمر أن الحد الصارم من السعرات الحرارية يزيد من عمر القوارض بشكل كبير<sup>(427)</sup>، على الرغم من وجود جدل بشأن ما إذا كان لهذا التعديل في نمط الحياة ذات التأثير على طول العمر عند البشر<sup>(428)</sup>. وقد أظهرت دراسات أجريت أخيراً جداً أن قروود الرئيس لا تعيش لفترة أطول مع القيود الصارمة على السعرات الحرارية<sup>(429)</sup>. هناك تمييز غير ملحوظ ولكنه مهم، ويشير إليه الخبراء من جميع التوجهات، بين مدى العمر والشيخوخة<sup>(430)</sup>. على الرغم من أنهما مترابطتان بشكل واضح، فإن مدى العمر يقيس طول الحياة، في حين أن الشيخوخة هي العملية التي يسهم فيها تلف الخلايا مع مرور الوقت في خلق ظروف تضع نهاية للحياة.

بعض العلاجات المشكوك فيها إلى حد كبير، مثل استخدام هرمون النمو البشري في محاولة لإبطاء أو عكس المظاهر غير المرغوب فيها من عملية الشيخوخة<sup>(431)</sup>، قد يكون لها بالفعل آثار جانبية من شأنها تقصير مدى العمر، مثل التسبب في ظهور مرض السكري وغمو الأورام. أدت الهرمونات الأخرى التي استخدمت لمكافحة أعراض الشيخوخة - وأبرزها هرمون الأستروجين وهرمون التستوستيرون<sup>(432)</sup> - أيضاً إلى خلافات بشأن الآثار الجانبية التي يمكن أن تقصّر مدى العمر بالنسبة إلى بعض المرضى.

ومع ذلك، فقد هبّت موجة من الحماس أثارتها أيضاً دراسة أجريت في هارفارد في العام 2010 وقد أظهرت أن عملية الشيخوخة في الفئران يمكن إيقافها وحتى عكسها من خلال استخدام الإنزيمات المعروفة باسم الإنزيمات الطرفية للصبغيات telomeres، التي تعمل على حماية القسيمات الطرفية للصبغيات telomeres - أو القلنسوة الواقية - على نهايات الصبغيات من أجل منعها من التلف. ويعرف العلماء منذ زمن طويل أن هذه القسيمات الطرفية للصبغيات تصبح أقصر مع تقدم عمر الخلايا وأن عملية التقصير هذه يمكنها في نهاية المطاف وقف تجديد الخلايا من خلال الاستنساخ. وكنتيجة للدراسة التي أجرتها جامعة هارفارد، يعمل العلماء على استكشاف إستراتيجيات لحماية القسيمات الطرفية للصبغيات بغية تأخير عملية الشيخوخة.

يحدو بعض الباحثين التفاؤل بأن الدراسات المكثفة للجينوم الكامل عند الناس الذين يتمتعون بمدى طويل للحياة قد تؤدي بَعْدَ إلى اكتشاف العوامل الوراثية التي يمكن استخدامها لزيادة مدى العمر عند أناسٍ آخرين<sup>(433)</sup>. ومع ذلك، فإن معظم الزيادات الكبيرة في متوسط عمر الإنسان على مدى القرن الماضي جاءت من وراء التحسينات في مجال الصحة<sup>(434)</sup> والتغذية، ومن الاكتشافات الطبية مثل اكتشاف المضادات الحيوية وتطوير اللقاحات. ومن المرجح أن يَعْمَل المزيد من التحسينات في هذه الإستراتيجيات الناجحة للغاية على تحسين متوسط العمر إلى أبعد من ذلك - ربما، حسب تكهن العلماء، في معدل التحسن الذي أصبحنا معتادين عليه - وهو زيادة سنة واحدة لكل عشر سنوات تقريبا<sup>(435)</sup>.

بالإضافة إلى ذلك، فإن الجهود الدولية المتواصلة لمكافحة مخاطر الأمراض المعدية تزيد أيضا من متوسط مدى العمر من خلال خفض عدد الوفيات المبكرة. ينصب جُلّ اهتمام هذا العمل الآن على أمراض الملاريا، والسل<sup>(436)</sup>، وفيرس نقص المناعة البشرية/ الإيدز، والإنفلونزا<sup>(437)</sup>، والالتهاب الرئوي الفيروسي<sup>(438)</sup>، ومجموعة متعددة مما يسمى «الأمراض الاستوائية المهملة»<sup>(439)</sup> التي بالكاد تكون معروفة في العالم الصناعي بيد أنها تصيب أكثر من مليار شخص في البلدان النامية الاستوائية وشبه الاستوائية.

### جبهة المرض

هناك تقدم مشجع في الحد من عدد الوفيات بسبب مرض الإيدز كل سنة. في العام 2012، انخفض العدد إلى 1.7 مليون<sup>(440)</sup>، وهو انخفاض كبير عن ذروته في العام 2005 التي وصلت إلى 2.3 مليون. السبب الرئيس لهذا التقدم هو زيادة فرص الحصول على الأدوية - ولا سيما الأدوية المضادة للفيروسات العكسية - التي تزيد من مدى الحياة وتحسّن صحة الناس المصابين بالمرض. تتواصل الجهود الرامية إلى خفض معدل الإصابة بالتركيز على التربية الوقائية<sup>(441)</sup>، وتوزيع الواقي الذكري في المناطق المعرضة للخطر بشكل كبير<sup>(442)</sup>، والجهود المتسارعة لتطوير لقاح للمرض<sup>(443)</sup>.

كما تم الحد من مرض الملاريا بشكل ملموس<sup>(444)</sup> خلال العقد الماضي بفضل مجموعة من الإستراتيجيات المنتقاة بعناية. على الرغم من أن أكبر الانخفاضات المطلقة كانت في أفريقيا، وفقا للأمم المتحدة، لا يزال 90 في المائة من مجمل الوفيات الناجمة عن الملاريا تحدث في جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا - ومعظمها وفيات من الأطفال دون سن الخامسة. على الرغم من عدم نجاح المحاولة الطموحة للقضاء على الملاريا في خمسينيات القرن العشرين<sup>(445)</sup>، يعتقد الآن عدد قليل من أولئك الذين يعملون بجهد للقضاء على الملاريا، بمن فيهم بيل غيتس، أن هدفهم قد يكون محققا بالفعل خلال العقود القليلة المقبلة.

لقد نجح العالم في القضاء على بلاء الجدري المخيف في العام 1980<sup>(446)</sup> وفي العام 2011 نجحت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة في القضاء على مرض ثان، الطاعون البقري، وهو مرض قريب من الحصبة التي قتلت الماشية وغيرها من الحيوانات المشقوقة الظلف. وبما أنه كان مرضا يصيب الحيوانات، لم يحظَ مرض الطاعون البقري<sup>(447)</sup> بالاهتمام العالمي الذي حظي به مرض الجدري، ولكنه كان واحدا من الأمراض الفتاكة التي تشكل خطرا أكثر ما يخشاه هي تلك الأسر والمجتمعات التي تعتمد على تربية الماشية.

نظرا إلى الاهتمام الكبير الذي تم إيلاؤه للأمراض المعدية، فإن الأسباب الرئيسة التي تؤدي إلى الوفاة في العالم اليوم، وفقا لمنظمة الصحة العالمية، هي الأمراض المزمنة غير المعدية<sup>(448)</sup>. في السنة الأخيرة التي تتوافر عنها الإحصاءات، وهي سنة 2008، توفي ما يقرب من 57 مليون شخص في العالم، وكان ما يقرب من 60 في المائة من تلك الوفيات ناجما عن الأمراض المزمنة، بشكل أساسي أمراض القلب والأوعية الدموية، وداء السكري، ومرض السرطان، والأمراض المزمنة للجهاز التنفسي.

يشكل مرض السرطان تحديا خاصا، ويرجع ذلك جزئيا إلى أنه ليس مرضا واحدا، ولكن عدة أمراض معا. ينفق المعهد الوطني للسرطان والمعهد الوطني لأبحاث الجينوم البشري في الولايات المتحدة 100 مليون دولار في العام لقاء جهد هائل يبذل لإنشاء «أطلس جينوم السرطان»<sup>(449)</sup>، وفي العام 2012 نُشِرَ أول ثمار هذا المشروع في مجلة «الطبيعة» من قبل ما يزيد على 200 عالم ممن وصفوا بشكل مفصّل الخصائص الجينية في أورام سرطان القولون. تعتبر دراستهم لأكثر من 224



ورما بمنزلة نقطة تحول محتملة في تطوير عقاير جديدة من شأنها الاستفادة من نقاط الضعف التي وجدوها في الخلايا السرطانية.

بالإضافة إلى التركيز على التحليلات الجينية للسرطان، يعمل العلماء على استكشاف كل الإستراتيجيات التي يمكن تصورها تقريبا لعلاج السرطان. فهم يبحثون عن إمكانات جديدة لإغلاق مصدر تزويد الخلايا السرطانية بالدم<sup>(450)</sup>، وتفكيك آليات الدفاع لديها<sup>(451)</sup>، وتعزيز قدرة خلايا المناعة الطبيعية لتحديد خلايا السرطان ومهاجمتها<sup>(452)</sup>. العديد من هؤلاء العلماء متحمسٌ بشكل خاص بشأن الإستراتيجيات الجديدة التي تشمل دراسة البروتينات - فك شيفرات<sup>(453)</sup> جميع البروتينات التي ترجمتها جينات السرطان<sup>(454)</sup> في الأشكال المختلفة من السرطان واستهداف الشذوذات المتعلقة بالتَّخَلُّق المتعاقب.

يشرح العلماء أنه فيما يتميز الجينوم البشري في الأغلب كنموذج، بيد أنه في الواقع أقرب إلى قائمة من الأجزاء أو المكونات<sup>(455)</sup>. فالعمل الفعلي للسيطرة على الوظائف الخلوية تقوم به البروتينات التي تُجرى «محادثة» داخل الخلايا وفيما بينها. هذه المحادثات هي في غاية الأهمية لفهم «أمراض الأجهزة» مثل مرض السرطان.

إحدى الإستراتيجيات الواعدة للتعامل مع الاضطرابات الجهازية مثل السرطان وأمراض القلب المزمنة هي تعزيز فعالية الدفاعات الطبيعية للجسم. وفي بعض الحالات، تبدو العلاجات الجينية الجديدة واعدة في القيام بذلك. أجرى فريق من العلماء في جامعة كاليفورنيا في معاهد غلادستون لأمراض القلب والأوعية الدموية في سان فرانسيسكو تحسينا ملموسا لوظيفة القلب في الفئران البالغة عن طريق إعادة برمجة الخلايا لاستعادة صحة عضلات القلب<sup>(456)</sup>.

ولكن في العديد إن لم يكن في معظم الحالات، فإن الإستراتيجية الأكثر فاعلية لمكافحة الأمراض المزمنة هي إجراء تغييرات في أنماط الحياة<sup>(457)</sup>: الحد من استخدام التبغ، والحد من التعرض للمواد المسرطنة والمواد الكيميائية الضارة الأخرى في البيئة، والحد من السمنة من خلال اتباع نظام غذائي أفضل وممارسة الرياضة بشكل أكبر، و - على الأقل بالنسبة إلى الأشخاص الذين لديهم حساسية تجاه الملح - الحد من استهلاك الصوديوم من أجل خفض فرط الضغط (أو ارتفاع ضغط الدم).

البدانة - التي تعتبر أحد العوامل الرئيسة التي تسبب أمراضا مزمنة متعددة - كانت محور الأخبار المحبطة في العام 2012 عندما نشرت المجلة الطبية البريطانية «لانسيت» سلسلة من الدراسات تشير إلى أن أحد العوامل الرئيسة التي تؤدي إلى السمنة هو الخمول البدني وأنماط الحياة التي تتطلب الجلوس لفترات طويلة، بدأت تنتشر الآن من أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية إلى بقية أنحاء العالم<sup>(458)</sup>.  
حلل الباحثون إحصائيات من منظمة الصحة العالمية لإثبات أن أكثر الناس الآن يفقدون حياتهم كل عام بسبب ظروف مرتبطة بالخمول البدني أكثر ممن يتوفون بسبب التدخين<sup>(459)</sup>. تشير الإحصائيات إلى أن واحدة من كل عشر حالات وفاة على مستوى العالم هي الآن نتيجة لأمراض ناجمة عن الخمول المستديم<sup>(460)</sup>.

بيد أن هناك أسبابا وجيهة للأمل في أن الإستراتيجيات الجديدة التي تجمع بين المعرفة من ثورة علوم الحياة والأدوات الرقمية الجديدة لرصد الحالات المرضية، والصحة، والعافية قد تنتشر من الدول المتقدمة مثلما تباع الهواتف الذكية الأقل تكلفة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم. قد يكون لاستخدام المساعدات الرقمية الذكية في إدارة الأمراض المزمنة (وكمدرين للعافية) تأثير إيجابي للغاية.

في الدول المتقدمة، هناك الآن العديد من تطبيقات الهواتف الذكية التي تساعد أولئك الذين يرغبون في مراقبة عدد السعرات الحرارية<sup>(461)</sup> التي يستهلكونها، وأنواع الطعام التي يأكلونها، وكمية التمارين الرياضية التي يمارسونها، وعدد ساعات النوم التي يحصلون عليها (بعض عصابات الرأس الجديدة<sup>(462)</sup> تسجل عدد ساعات النوم العميق، أو نوم حركات العين السريعة REM، التي يحصلون عليها)، وحتى مقدار التقدم الذي يحرزونه في التعامل مع الإدمان على مواد مثل الكحول، والتبغ، والأدوية الموصوفة لهم. يجري التعامل أيضا مع الاضطرابات المزاجية<sup>(463)</sup> والأمراض النفسية الأخرى بواسطة برامج المراقبة الذاتية. خلال دورة الألعاب الأولمبية الصيفية للعام 2012 في لندن، قامت بعض شركات التكنولوجيا الحيوية التي تحاول تحسين أجهزتها الخاصة في تتبع الصحة بإقناع عدد من الرياضيين باستخدام أجهزة رصد معدل الغلوكوز وأجهزة رصد النوم، وتسلم التحليلات الجينية المصممة لتحسين احتياجاتهم الغذائية الفردية<sup>(464)</sup>.

هذا الرصد لا يقتصر على الرياضيين. الأجهزة الرقمية الشخصية لرصد معدل ضربات قلب المرضى<sup>(465)</sup>، وغلوكوز الدم، وأكسجة الدم، وضغط الدم، ودرجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، ومستويات الدهون في الجسم، وأنماط النوم، واستخدام الدواء، وممارسة التمارين الرياضية، والكثير غيرها تغدو أكثر شيوعاً. التطورات المستجدة في تكنولوجيا النانو والبيولوجيا الاصطناعية تحمل في طياتها أيضاً احتمالات لمزيد من الرصد المستمر المتطور من المجسات داخل الجسم. يجري تصميم الروبوتات النانوية لرصد التغيرات في مجرى الدم والأعضاء الحيوية، والإبلاغ عن المعلومات بشكل دائم<sup>(466)</sup>.

يعتقد بعض الخبراء، ومن بينهم الدكتور هـ. غيلبرت ويلش من دارتموث، مؤلف كتاب «التشخيص المفرط: جعل الناس مرضى في السعي وراء الصحة»، أننا في خطر من جراء التماذي في رصد وتحليل البيانات للأفراد الذين يتتبعون مؤشراتهم الحيوية وأكثر من ذلك: «الرصد المتواصل ليس إلا طريقة<sup>(467)</sup> للحكم علينا بأننا «مرضى». وعندما نحكم على أنفسنا بأننا مرضى، نسعى إلى طلب التدخل». يعتقد ويلش وآخرون أن العديد من هذه التدخلات تبدو مكلفة وغير ضرورية. في العام 2011، على سبيل المثال، نصح الخبراء الطبيون الأطباء بالتوقف عن الاستخدام الروتيني لاختبار مساند مستضدي جديد ومتطور للكشف عن سرطان البروستات على وجه التحديد لأن التدخلات الناجمة كانت على ما يبدو تضر أكثر مما تنفع<sup>(468)</sup>. التسجيل الرقمي للكائنات البشرية، وإنشاء ملفات كبيرة تحوي معلومات مفصلة بشأن تركيبها الجينية والبيوكيميائية وسلوكها، سيتطلب أيضاً الاهتمام بذات المسائل المتعلقة بالخصوصية وأمن المعلومات التي ناقشناها في الفصل الثاني. ولذات الأسباب فإن هذه البيانات الغنية مفيدة جداً بالفعل في تحسين كفاءة الرعاية الصحية وتخفيض التكاليف الطبية، وينظر إليها أيضاً على أنها ذات قيمة عالية لشركات التأمين<sup>(469)</sup> وأرباب العمل<sup>(470)</sup> الحريصين غالباً على قطع علاقاتهم مع العملاء والموظفين الذين يمثلون مخاطر عالية بالنسبة إلى الفواتير الطبية الكبيرة. وتقوم نسبة عالية من أولئك الذين يمكن أن يستفيدوا من الاختبارات الجينية بالفعل برفض جمع المعلومات عنهم خشية من أن يفقدوا وظائفهم و/أو تأمينهم الصحي<sup>(471)</sup>.

قبل بضع سنوات، أقرت الولايات المتحدة قانونا اتحاديا يُعرف بقانون عدم التمييز في المعلومات الجينية، الذي يحظر الإفصاح عن المعلومات الجينية أو استخدامها في غير موضعها السليم<sup>(472)</sup>. بيد أنه من الصعب تطبيق القانون<sup>(473)</sup>، والثقة في حماية القانون متدنية<sup>(474)</sup>. حقيقة إن شركات التأمين وأرباب العمل يدفعون في العادة معظم نفقات الرعاية الصحية<sup>(475)</sup> - بما في ذلك الاختبار الجيني - تعزز أكثر خوف المرضى والموظفين من أن معلوماتهم الجينية قد لا تبقى سرية. يعتقد الكثيرون أن توافر المعلومات على شبكة الإنترنت يجعلها عرضة للكشف على أي حال. لقد فشل قانون الولايات المتحدة الذي يحكم السجلات الصحية<sup>(476)</sup>، وهو قانون نقل التأمين الصحي والمحاسبة، في ضمان وصول المرضى إلى السجلات التي جُمِعت من عمليات الزرع الطبية الخاصة بهم بينما تسعى الشركات إلى الاستفادة من المعلومات الطبية الشخصية.

بيد أن هذه التقنيات للتتبع الذاتي - التي تعتبر جزءا مما يسمى حركة القياس الكمي الذاتي - توفر إمكانية فصل إستراتيجيات تعديل السلوك التي كانت مرتبطة تقليديا بالعيادات الطبية بشكل مستقل وتطبيقها خارج النطاق المؤسسي<sup>(477)</sup>. نفقات الاختبارات الجينية آخذة في الارتفاع بسرعة مع تواصل تدني أسعار هذه الاختبارات، ومع استمرار موجة الطب الشخصي في المضي قدما<sup>(478)</sup> بسرعة متنامية. قد تجد الولايات المتحدة صعوبة بالغة في إجراء التحول إلى الطب الدقيق بسبب اختلال توازن القوى والتحكم غير السليم للشركات بعملية صنع القرار في ما يخص السياسة العامة، كما أوضحنا في الفصل الثالث. هذا الفصل ليس عن نظام الرعاية الصحية في الولايات المتحدة، غير أنه من المثير للاهتمام أن نلاحظ أن أوجه القصور الصارخ، وعدم المساواة، والتكاليف غير المعقولة للنظام الأمريكي يجري تسليط الضوء عليها بالاتجاهات النامية في مجال علوم الحياة. على سبيل المثال، لا تغطي العديد من أنظمة الرعاية الصحية<sup>(479)</sup> نفقات الوقاية من الأمراض وتعزيز العافية، لأنها تدفع بشكل أساسي تعويضات للتدخلات الطبية المكلفة بعد أن تصبح صحة المريض في خطر فعلا. مشروع قانون إصلاح نظام الرعاية الصحية الجديد الذي سنّه الرئيس أوباما يطلب تغطية للرعاية الوقائية<sup>(480)</sup> في إطار خطط الرعاية الصحية في الولايات المتحدة للمرة الأولى.

كما يعلم الجميع، فإن الولايات المتحدة تنفق<sup>(481)</sup> على الرعاية الصحية للفرد أكثر بكثير مما ينفقه أي بلد آخر فيما تحقق نتائج أسوأ من العديد من البلدان الأخرى التي تدفع أقل بكثير<sup>(482)</sup>، ولا يزال عشرات الملايين لا يحصلون على القدر المعقول من الرعاية الصحية<sup>(483)</sup>. في ظل عدم وجود أي خيار آخر، ينتظر هؤلاء أحيانا كثيرة إلى أن تسوء حالتهم إلى درجة خطيرة حتى يذهبوا إلى عيادات الطوارئ، حيث تكون تكلفة التدخل الطبي عالية جدا<sup>(484)</sup> وفرص نجاحه متدنية جدا<sup>(485)</sup>. الإصلاحات التي سُنّت أخيرا سوف تحسّن إلى حد كبير بعض هذه العيوب<sup>(486)</sup>، بيد أن المشاكل الأساسية من المرجح أن تزداد سوءا<sup>(487)</sup> - ويعود ذلك بشكل رئيس إلى أن شركات التأمين، وشركات الأدوية، وغيرها من الجهات التي تقدم الرعاية الصحية تسيطر بشكل كامل تقريبا على تصميم سياسة الرعاية الصحية.

### قصة التأمين

تعود نشأة تجارة التأمين إلى الماضي البعيد أيام روما القديمة<sup>(488)</sup> واليونان<sup>(489)</sup>، حيث كانت بوليصات التأمين على الحياة مشابهة لما يُعرف اليوم باسم تأمين الدفن<sup>(490)</sup>. لم ترَ بوليصات التأمين العصرية الأولى النور حتى القرن السابع عشر في إنجلترا<sup>(491)</sup>. أدى تطوير شبكات السكك الحديدية الواسعة<sup>(492)</sup> في الولايات المتحدة في ستينيات القرن التاسع عشر إلى بوليصات تأمين محدودة للحماية ضد الحوادث على خطوط السكك الحديدية والبواخر، وأدى ذلك - بدوره - إلى ظهور أول بوليصات التأمين للحماية ضد المرض في تسعينيات القرن التاسع عشر. ثم، في أوائل ثلاثينيات القرن العشرين، عندما بدأ التقدم في مجال الرعاية الطبية يتطلب تكاليف مالية تفوق إمكانات العديد من المرضى<sup>(493)</sup> عرضت أول مجموعة مهمة من بوليصات التأمين الصحي عن طريق أول المنظمات غير الربحية: مثل بلو كروس (الصليب الأزرق) Blue Cross لدفع رسوم المستشفيات<sup>(494)</sup>، وبلو شيلد (الدرع الزرقاء) Blue Shield لدفع رسوم الأطباء. وكان جميع المرضى يدفعون نفس أقساط التأمين بغض النظر عن العمر أو الحالات المرضية الموجودة قبل التأمين<sup>(495)</sup>. أدى نجاح منظمات البلوز (الزرق) Blues للتأمين إلى دخول شركات التأمين الصحي الخاصة الساعية إلى الربح إلى هذه السوق، التي بدأت

بفرض أقساط تأمين مختلفة للناس استنادا إلى حسابات المخاطر المشمولة بالتأمين - كما أن هذه الشركات كانت ترفض تأمين الأشخاص الذين يمثلون درجة عالية من المخاطر غير المقبولة. وسرعان ما أجبرت المنافسة الجديدة لتحقيق الربح شركتي بلو كروس وبلو شيلد على ربط أقساط التأمين بنسبة المخاطر.

عندما كان الرئيس فرانكلين روزفلت يُعدّ حزمة الإصلاحات ضمن برنامج «الصفقة الجديدة»، اتخذ مرتين خطوات أولية - في العام 1935<sup>(496)</sup> ومرة أخرى في العام 1938 - لإدراج خطة الضمان الصحي الوطني كجزء من أجندته التشريعية. بيد أنه في كلتا المناسبتين كان يخشى المعارضة السياسية للجمعية الطبية الأمريكية<sup>(497)</sup>، ويسحب الاقتراح من خطته خشية أن تعطل ما كان يعتبره أولويات أكثر إلحاحا<sup>(498)</sup> في خضم فترة الكساد الأعظم: وهي تعويضات البطالة والضمان الاجتماعي. التشريع الذي تقدم به السناتور الديمقراطي في نيويورك روبرت واغنر في العام 1939 كان بمنزلة فرصة ثالثة خيالية دونكيشوتية للمضي قدما، بيد أن روزفلت<sup>(499)</sup> اختار عدم مساندة التشريع.

خلال الحرب العالمية الثانية، ومع سيطرة الحكومة على الأجور (والأسعار)<sup>(500)</sup>، بدأ أرباب العمل في القطاع الخاص بالتنافس على الموظفين، الذين كانوا عملة نادرة بسبب الحرب آنذاك، من خلال تقديم التأمين الصحي الشامل للموظفين. ثم بعد الحرب، بدأت النقابات العمالية تضع مطالب لتوسيع نطاق الضمان الصحي كجزء من عقود العمل التي يُتفاوض عليها<sup>(501)</sup> مع أرباب العمل.

سعى خليفة الرئيس روزفلت، هاري ترومان، إلى إحياء فكرة الضمان الصحي الوطني، غير أن المعارضة في الكونغرس<sup>(502)</sup> - التي تغذيها مرة أخرى الجمعية الطبية الأمريكية AMA - عملت على ضمان موتها من دون حسرة. ونتيجة لذلك، فإن النظام الهجين للتأمين الصحي القائم على مصلحة صاحب العمل أصبح النموذج الأساس<sup>(503)</sup> في الولايات المتحدة. ونظرا إلى أن كبار السن وأصحاب الإعاقة من الأميركيين كانوا يجدون صعوبة في الحصول على التأمين الصحي بأسعار معقولة في إطار هذا النظام، جرى تطبيق برامج حكومية جديدة لمساعدة كلتا هاتين الفئتين<sup>(504)</sup>.

بالنسبة إلى بقية البلاد، فإن أولئك الذين هم في أمس الحاجة إلى التأمين الصحي يجدون صعوبة بالغة في الحصول عليه<sup>(505)</sup>، أو دفع تكاليفه عندما يجدونه. في الوقت الذي أصبحت فيه العيوب المتأصلة في هذا النموذج والتناقضات التي تعتريه واضحة للعيان، انحدر النظام السياسي الأمريكي إلى درجة أن الشركات التي لديها مصلحة في رؤية هذا النظام مستمرا كانت تتمتع بنفوذ هائل بحيث لا يمكن القيام بأي شيء لتغيير بنيته الأساسية.

ما عدا بعض الاستثناءات النادرة، لم يعد في مقدور أغلبية المشرعين خدمة مصلحة الشعب، لأنهم يعتمدون إلى درجة كبيرة على التبرعات التي تقدم إلى الحملات الانتخابية من مصالح هذه الشركات، وهم عاجزون أمام مجموعات الضغط التي لا تتوقف. ولا يشترك عامة الناس بشكل فعال في هذا النقاش، إلا لناحية استيعاب الرسائل المتواصلة التي تأتيهم من نفس مصالح الشركات - وهي رسائل مصممة لتكييف الجمهور لدعم ما تريد جماعات الضغط الخاصة بهذه الشركات القيام به.

### الأغذية المعدلة جينيا

التصلب نفسه في الديمقراطية هو الذي يقف الآن حجر عثرة في وجه المواءمة المنطقية مع موجة التغييرات التي تتدفق من جراء ثورة علوم الحياة. فمثلا، حتى إذا أظهرت استطلاعات الرأي باستمرار أن ما يقرب من 90 في المائة من المواطنين الأمريكيين يعتقدون أن الأغذية المعدلة وراثيا يجب أن توضع عليها ملصقات تعريفية بهذه المنتجات<sup>(506)</sup>، تبنى الكونغرس الأمريكي وجهة النظر التي تنادي بها الشركات الزراعية العملاقة<sup>(507)</sup> - بأن الملصقات التعريفية لا لزوم لها وسوف تضر بـ«الثقة في الإمدادات الغذائية».

ومع ذلك، فإن معظم الدول الأوروبية<sup>(508)</sup> تلزم بالفعل وضع مثل هذه الملصقات التعريفية. أثارت الموافقة التي صدرت أخيرا على إنتاج مادة البرسيم (نبات الفصة) المعدلة جينيا<sup>(509)</sup> في الولايات المتحدة موجة استنكار عارمة فاقت كل التوقعات، وأصبحت الحملة التي تحمل اسم «ضع ملصقا عليها» محور الحراك الشعبي الجديد الذي يطالب بوضع ملصقات تعريفية على المنتجات الغذائية

المعدلة جينيا (GM) في الولايات المتحدة، التي تخصص مساحة من الأراضي لزراعة المحاصيل المعدلة جينيا تبلغ ضعف المساحة المخصصة في أي بلد آخر<sup>(510)</sup>. وقد أفضل النخبون في ولاية كاليفورنيا في العام 2012 استفتاء يطالب بوضع مثل هذه الملصقات<sup>(511)</sup>، بعدما أنفقت مصالح الشركات 46 مليون دولار على الإعلانات التجارية المناهضة، التي بلغ حجمها خمسة أضعاف حجم الإعلانات المؤيدة التي روج لها أنصار الاستفتاء. وعلى رغم ذلك، وبما أن ما يقرب من 70 في المائة من الأغذية المعالجة<sup>(512)</sup> في الولايات المتحدة تحتوي على الأقل بعض المحاصيل المعدلة جينيا، فإن هذا الجدل سيظل قائما.

ولإعطاء خلفية عن الموضوع، فإن التعديل الجيني للنباتات والحيوانات، ليس بالأمر الجديد على الإطلاق<sup>(513)</sup>، حسبما يؤكد في أكثر الأحيان أنصاره المتحمسون. معظم المحاصيل الغذائية التي يعتمد عليها البشر منذ ما قبل فجر الثورة الزراعية كانت معدلة جينيا خلال العصر الحجري عن طريق الاستيلاد الانتقائي الحذر<sup>(514)</sup> - الذي قام، على مدى أجيال عديدة، بتعديل البنية الجينية للنباتات والحيوانات المعنية لتجسيد السمات التي لها قيمة عند البشر. وعلى حد تعبير نورمان بورلوغ، «سرعت نساء العصر الحجري التعديلات الجينية بالنباتات في عملية تدجين أنواع محاصيلنا الغذائية»<sup>(515)</sup>.

من خلال استخدام التكنولوجيات الجديدة لربط الجينات وغيرها من أشكال الهندسة الوراثية، فإننا - وفقا لوجهة النظر هذه - نسرّع بالفعل ونرفع من كفاءة هذه الممارسة الراسخة منذ عصور<sup>(516)</sup> والتي أثبتت فوائدها وندرة آثارها الجانبية الضارة إن وجدت. وهناك خارج أوروبا (والهند) توافق في الآراء بين معظم المزارعين، والشركات الزراعية، وصناع القرار بأن المحاصيل المعدلة جينيا آمنة ويجب أن تكون جزءا أساسيا من إستراتيجية العالم للتعامل مع نقص الغذاء المتوقع.

غير أنه مع نشوء الجدل حول الكائنات الحية المعدلة جينيا، يشير معارضو هذه الممارسة إلى أن الهندسة الجينية على جميع أنواعها لم تنتج على الإطلاق أي زيادة في الغلة الجوهرية للمحاصيل<sup>(517)</sup>، كما أنهم أثاروا على الأقل بعض المخاوف الخاصة بالنظم الإيكولوجية التي لا يمكن تجاهلها بسهولة<sup>(518)</sup>. ويرى المعارضون أن إدخال الجينات الغريبة في جينوم آخر هو في الواقع أمر يختلف عن عملية الاستيلاد



الانتقائي، لأن ذلك يعطل النمط الطبيعي للشفرة الجينية للكائن الحي ويمكن أن تسبب<sup>(519)</sup> في حدوث طفرات غير متوقعة.

كان أول المحاصيل المعدلة جينيا للتسويق التجاري شكلا جديدا من الطماطم المعروفة باسم فليفير سيفر<sup>(520)</sup> FLAVR SAVR، والتي جرى تعديلها لتظل متينة لفترة أطول من الوقت بعد أن تكون قد نضجت<sup>(521)</sup>. بيد أن الطماطم لم تنجح بسبب ارتفاع التكاليف. وتسبب رفض المستهلكين<sup>(522)</sup> لمعجون الطماطم المصنوع من هذه الطماطم (التي كان عليها ملصق واضح بأنها منتج معدل جينيا GM) أيضا، في فشل هذا المنتج.

استُخدم الاستيلاد الانتقائي لإجراء تغيير مبكر في سمات الطماطم التجارية من أجل إنتاج طماطم لها قعر أقل دائرية وأكثر تسطحا وذلك لتناسب<sup>(523)</sup> مع إدخال الأتمتة في عملية الحصاد. وهذا النوع الجديد من الطماطم كان أكثر ثباتا على السيور الناقلة ولا يتدحرج خارجها، وكان سهل التعبئة في صناديق الشحن، وكانت قشرته الأكثر صلابة تمنع الآلات من سحق الطماطم. وكانت تسمى هذه الطماطم أحيانا «الطماطم المربعة»، علما أنها لم تكن مربعة بالفعل.

حتى التعديل الأبعد للطماطم، في العام 1930، الذي استخدم أيضا عملية الاستيلاد الانتقائي، كان تعديلا نجم عنه ما يعتبره معظم عشاق الطماطم فقدان الكارثي للنكهة في الطماطم العصرية<sup>(524)</sup>. كان المقصود من التغيير تعزيز عملية التسويق الشامل وتوزيع الطماطم من خلال ضمان أنها جميعها تتمتع بـ«اللون الأحمر» وقد نضجت بشكل موحد، من دون وجود «الأكتاف» الخضراء على قشرة الطماطم العلوية التي يعتبرها المستهلكون أحيانا علامة على أن الطماطم لم تنضج بعد. اكتشف الباحثون العاملون على جينوم الطماطم المتسلسل حديثا في العام 2012 أن إزالة المورثة المرتبطة بالأكتاف الخضراء من الطماطم تُزيل أيضا قدرة النبات على إنتاج معظم السكريات التي كانت تعطي معظم الطماطم ذلك الطعم اللذيذ.

على الرغم من أن مثل هذه التجارب، التي توضح كيف أن التغييرات الرامية إلى تأمين الراحة والربحية للشركات الكبيرة تؤدي في نهاية المطاف أحيانا إلى إحداث تغييرات وراثية أخرى يبغضها معظم الناس، تبني المزارعون في جميع أنحاء العالم

- ما عدا الاتحاد الأوروبي - المحاصيل المعدلة جينيا بمعدل متسارع. ما يقرب من 11 في المائة من كل الأراضي الزراعية في العالم<sup>(525)</sup> كانت مزروعة بمحاصيل معدلة وراثيا في العام 2011، وفقا لمنظمة دولية تشجع على الكائنات الحية المعدلة وراثيا GMOs، وهي الخدمة الدولية لحيازة تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الزراعية. على مدى السنوات السبع الماضية، ازداد عدد الهكتارات المزروعة بالمحاصيل المعدلة وراثيا<sup>(526)</sup> إلى ما يقرب من 100 ضعف، وكانت مساحة الـ 400 مليون فدان تقريبا المزروعة في العام 2011 تمثل زيادة قدرها 8 في المائة عن السنة التي سبقتها. على الرغم من أن الولايات المتحدة هي المنتج الأكبر على الإطلاق<sup>(527)</sup> للمحاصيل المعدلة وراثيا، فإن البرازيل والأرجنتين أيضا ملتزمتان بشدة بهذه التكنولوجيا. اعتمدت البرازيل، على وجه الخصوص، نظام موافقة سريع المسار بالنسبة إلى الكائنات الحية المعدلة وراثيا، وتنتهج إستراتيجية موجهة بشكل كبير نحو الاستفادة القصوى من التكنولوجيا الحيوية في الزراعة. في البلدان النامية بشكل عام يتزايد اعتماد المحاصيل المعدلة بسرعة تفوق بهرتين سرعة اعتمادها في الاقتصادات الناضجة. إذ يقدر بنحو 90 في المائة من بين 16.7 مليون مزارع ممن يعملون في زراعة المحاصيل المعدلة وراثيا في ثلاثين بلدا تقريبا كانوا من صغار المزارعين في الأسواق النامية.

فول الصويا المعدل جينيا، الذي جرى تصميمه لتحمل ومقاومة مبيدات الأعشاب التي تحمل الاسم التجاري راوند أب Roundup التي تستخدمها شركة مونسانتو الأمريكية، هو أكبر المحاصيل المعدلة وراثيا على مستوى العالم<sup>(528)</sup>. الذرة corn هو ثاني المحاصيل المعدلة وراثيا<sup>(529)</sup> التي تزرع على نطاق واسع، على الرغم من أنها الأكثر زراعة في الولايات المتحدة maise هو المصطلح الذي يستخدم لما يسمى الذرة corn في الولايات المتحدة، وغالبا ما تستخدم كلمة «الذرة» corn خارج الولايات المتحدة للإشارة إلى أي محصول من الحبوب). في الولايات المتحدة 95 في المائة من فول الصويا<sup>(530)</sup> المزروع و 80 في المائة من الذرة corn تُزرع من البذور الحاصلة على براءة اختراع والتي يجب على المزارعين شراؤها من شركة مونسانتو أو أحد وكلائها المعتمدين<sup>(531)</sup>. القطن هو ثالث المحاصيل المعدلة وراثيا الذي يزرع على المستوى العالمي، ونبات الكانولا (المعروف باسم «بذر اللفت»

خارج الولايات المتحدة<sup>(532)</sup> هو المحصول الآخر المعدّل جينيا الأكثر زراعة في العالم. على الرغم من أن علم النباتات المعدّلة وراثيا يتقدم بسرعة، فإن الغالبية العظمى من المحاصيل المعدّلة وراثيا التي تزرع اليوم لاتزال من الأجيال الثلاثة الأولى، أو الموجات الأولى، من التكنولوجيا<sup>(533)</sup>. الموجة الأولى، بدورها، تشمل المحاصيل المعدّلة وراثيا التي تقع في ثلاث فئات مختلفة:

• إدخال الجينات التي تعطي الذرة<sup>(534)</sup> corn والقطن القدرة

على إنتاج المبيدات الحشرية الخاصة بها داخل النباتات.

• إدخال جينات إلى الذرة<sup>(535)</sup> والقطن، والكانولا، وفول الصويا

من شأنها أن تجعل النباتات قادرة على مقاومة اثنين من المواد الكيميائية الموجودة في مبيدات الأعشاب الضارة المستخدمة على نطاق واسع التي تنتجها شركة - مونسانتو - نفسها التي تهيمن على البذور المعدّلة وراثيا.

• إدخال جينات مصممة لتعزيز قابلية البقاء لدى المحاصيل

خلال فترات الجفاف<sup>(536)</sup>.

بشكل عام، يشير المزارعون الذين يستخدمون الموجة الأولى من المحاصيل المعدّلة وراثيا إلى تخفيضات أولية في كلفة الإنتاج<sup>(537)</sup> - ويرجع ذلك جزئيا إلى الاستخدام الأقل مؤقتا للمبيدات الحشرية - والأضرار الأقل مؤقتا للحشرات أو الأعشاب الضارة. يصب الجزء الأكبر من المنافع الاقتصادية أيضا في مصلحة مزارعي القطن الذين يستخدمون سلالة صُممت لإنتاج المبيدات الحشرية الخاصة بها<sup>(538)</sup> (العَصَوِيَّة التُورنَجِيَّة المعروفة بشكل أفضل باسم بي تي BT). في الهند جعل قطن البي تي BT الجديد الدولة مُصدّرة فعلية<sup>(539)</sup> للقطن، بدلا من مستوردة، وكان عاملا في المضاعفة الأولية لغلال القطن بسبب الأضرار الأقل مؤقتا للحشرات والأعشاب الضارة. بيد أن العديد من مزارعي القطن الهنود بدأوا الاحتجاج على التكلفة العالية للبذور المعدّلة وراثيا<sup>(540)</sup> التي يجب أن يشتروا كمية جديدة منها كل عام، والتكلفة العالية لمبيدات الأعشاب التي يجب أن يستخدموها بكميات أكبر مع زيادة مقاومة الأعشاب الضارة لها. أصدرت لجنة برلمانية في الهند تقريرا مثيرا للجدل في العام 2012، أكدت فيه أن «هناك علاقة بين قطن البي تي BT

وانتشار المزارعين» وأوصت بـ«الوقف الفوري بأي شكل من الأشكال»<sup>(541)</sup> للتجارب الميدانية للمحاصيل المعدلة جينيا.

تؤيد الدراسات العلمية الجديدة - التي تشمل تقريرا شاملا صادرا عن المجلس الوطني للبحوث في الولايات المتحدة في العام 2009 - الانتقاد الذي تقدم به معارضو المحاصيل المعدلة وراثيا بأن الغلة الجوهرية للمحاصيل الزراعية ذاتها لم تزد على الإطلاق<sup>(542)</sup>. على العكس من ذلك، شهد بعض المزارعين غلة محصول جوهرية أقل بشكل طفيف بسبب التغيرات المصاحبة غير المتوقعة في الشفرة الوراثية للنباتات<sup>(543)</sup>. الاستيلاد الانتقائي، من ناحية أخرى، يقف وراء الزيادات الباهرة والإسعافية في غلال الثورة الخضراء. البحوث الجديدة التي قامت بها شركة إسرائيلية، اسمها كاييما Kaiima، في مجال التكنولوجيا غير المعدلة وراثيا المعروفة باسم «الصيغة الصبغية المعززة» (التحريض، الاستيلاد الانتقائي، وتعزيز الطبيعي لإحدى السمات التي تنتج أكثر من مجموعتين من الكروموسومات في كل نواة خلية) تنتج محاصيل أكثر وذات مقاومة أكبر لآثار الجفاف<sup>(544)</sup> في مجموعة متنوعة من المحاصيل الغذائية وغيرها من المحاصيل. تظهر التجارب الميدانية الأخيرة التي أجرتها شركة كاييما Kaiima أكثر من 20 في المائة زيادة في محصول الذرة corn وأكثر من 40 في المائة في محصول القمح.

لم يُنتج التعديل الجيني للمحاصيل، في المقابل، حتى الآن تعزيزات تُذكر في قابلية البقاء في أثناء فترات الجفاف. في حين تُعدّ بعض السلالات التجريبية المعدلة جينيا، من الناحية النظرية، بزيادة غلال المحاصيل خلال فترات الجفاف<sup>(545)</sup>، غير أن هذه السلالات لم يجر تقديمها في إطار التسويق التجاري، وقد أثبتت جداول الاختبارات وجود تحسينات طفيفة فقط في المحاصيل حتى الآن، وخلال حالات الجفاف المعتدلة فقط. بسبب الانتشار المتزايد للجفاف جراء ظاهرة الاحتراز العالمي، هناك اهتمام كبير في السلالات المقاومة للجفاف، وخاصة بالنسبة إلى الذرة<sup>(546)</sup>، والقمح، والمحاصيل الأخرى في البلدان النامية. ولكن مع الأسف، يظهر أن مقاومة الجفاف أضحت تشكل تحديا معقدا للغاية لعلماء الوراثة عند النبات، لأنها تشمل مزيجا من العديد من الجينات التي تعمل بعضها مع بعض بطرق معقدة<sup>(547)</sup> لاتزال غير مفهومة بشكل جيد.

بعد تحليل واسع للتقدم الذي أُحرز في المحاصيل المقاومة للجفاف المعدلة وراثيًا، اكتشف اتحاد العلماء المهتمين «دليلا طفيفا على التقدم في جعل المحاصيل أكثر كفاءة بالنسبة إلى المياه. وقد وجدنا أيضا أن الاحتمالات الشاملة في أن تقوم الهندسة الوراثية بمعالجة تحديات الجفاف واستخدام المياه في الزراعة بشكل فعال محدودة في أحسن الأحوال»<sup>(548)</sup>.

تتعلق الموجة الثانية من المحاصيل المعدلة وراثيا بعملية إدخال جينات تعزز القيمة الغذائية<sup>(549)</sup> للنباتات. وهي تشمل هندسة محتوى عال من البروتين في الذرة *maize* التي تستخدم بشكل أساسي لعلف الماشية<sup>(550)</sup>، وهندسة سلالة جديدة من الأرز الذي ينتج كمية إضافية من فيتامين (أ)<sup>(551)</sup> كجزء من إستراتيجية لمكافحة نقص فيتامين(أ) الذي يصيب حاليا ما يقرب من 250 مليون طفل حول العالم. وتتعلق هذه الموجة الثانية أيضا بعملية إدخال جينات مصممة لتعزيز مقاومة النباتات لأنواع محددة من فطريات وفيرسات النباتات<sup>(552)</sup>.

تشمل الموجة الثالثة من المحاصيل المعدلة وراثيا<sup>(553)</sup>، التي بدأ حالا تسويقها تجاريا، عملية تعديل النباتات من خلال إدخال الجينات التي تبرزج إنتاج المواد داخل النباتات التي لها قيمة تجارية كمدخلات في عمليات أخرى، بما في ذلك المدخلات الدوائية والبوليمرات البيولوجية من أجل إنتاج البلاستيك البيولوجي القابل للتحلل بيولوجيا والقابل لإعادة التدوير بسهولة. وتشمل هذه الموجة الثالثة أيضا محاولة لإدخال جينات تعدل النباتات ذات السلولوز واللغنين المرتفع<sup>(554)</sup> من أجل جعلها أسهل للمعالجة لإنتاج الإيثانول السيلولوزي. هناك آمال مثيرة معقودة على ما يسمى البلاستيك الأخضر، لكن كما هي الحال مع المحاصيل المخصصة لإنتاج الوقود الحيوي، فإنها تثير تساؤلات حول حجم الأراضي الصالحة للزراعة التي يمكن بأمان أو بحكمة تحويلها عن إنتاج الغذاء في عالم يشهد زيادة في تعداد السكان والاستهلاك الغذائي<sup>(555)</sup>، وتساؤلا في أصول (موارد) التربة السطحية والمياه لأغراض الزراعة.

على مدى العقدين المقبلين، يعتقد علماء البذور أنهم قد يستطيعون إطلاق موجة رابعة من المحاصيل المعدلة وراثيا عن طريق إدخال جينات التركيب الضوئي للذرة (وغيرها مما يسمى نباتات C4) الأكثر كفاءة في عملية تحويل

الضوء إلى طاقة في النباتات مثل القمح والأرز (ونباتات C3 الأخرى). وإذا نجحوا - وهو أمر غير مؤكد على الإطلاق نظرا إلى التعقيد غير المسبوق لهذا التحدي<sup>(556)</sup> - فإن هذه التقنية قد تحقق بالفعل زيادات جوهرية مهمة في غلال المحاصيل. غير أنه في الوقت الراهن، لا تتعدى الفوائد الصافية الإجمالية من المحاصيل المعدلة وراثيا التخفيف المؤقت من أضرار الآفات<sup>(557)</sup> والانخفاض المؤقت في نفقات المبيدات الحشرية.

في العام 2012، أطلقت إدارة أوباما في الولايات المتحدة مخططها للاقتصاد الحيوي الوطني<sup>(558)</sup>، الذي صمم خصيصا لتحفيز الإنتاج - وشراء الحكومة - لتلك المنتجات. وتبنت المفوضية الأوروبية إستراتيجية مماثلة قبل شهرين. انتقدت بعض الجماعات المدافعة عن البيئة كلتا الخطتين على حد سواء وذلك نظرا إلى المخاوف المتزايدة حول تحويل الأراضي الزراعية عن إنتاج الأغذية وتدمير الغابات الاستوائية لتوفير مزيد من الأراضي الزراعية.

يرى معارضو المحاصيل المعدلة وراثيا أن هذه التقنيات الوراثية لم تفشل حتى الآن في زيادة الغلة الجوهرية للمحاصيل فحسب، بل أيضا الأعشاب الضارة والحشرات التي صُممت المحاصيل المعدلة وراثيا لمكافحة تتحول بسرعة لتحصن نفسها لمقاومة مبيدات الأعشاب والمبيدات الحشرية المعنية. وعلى وجه الخصوص، المحاصيل التي صممت لإنتاج مبيداتها الحشرية الخاصة بها<sup>(559)</sup> (العَصَوِيَّة التُّورَنْجِيَّة BT) أصبحت الآن شائعة لدرجة أن النظام الغذائي المستمر من العَصَوِيَّة التُّورَنْجِيَّة BT الذي يُقدم للآفات في الحقول الكبيرة أحادية الاستنبات monocultured يفعل بالحشرات الشيء نفسه الذي يفعله الاستخدام المكثف والمستمر للمضادات الحيوية بالجراثيم الموجودة في أحشاء الماشية: فهي تنتج طفرة من سلالات جديدة من الآفات التي تتمتع بدرجة عالية من المقاومة<sup>(560)</sup> للمبيدات الحشرية.

يبدو أن الشيء نفسه أيضا يحدث للأعشاب الضارة التي يجري رشها باستمرار بمبيدات الأعشاب لحماية المحاصيل التي جرت هندستها وراثيا من أجل تحمّل عمليات رشها بمبيدات الأعشاب<sup>(561)</sup> (كما في ذلك بشكل أساسي مبيدات راوند أب Roundup التي تنتجها شركة مونسانتو، والتي تقوم على مركب الغليفوسات، الذي

يقضي بالفعل على أي نبات أخضر تقريباً). وبالفعل، طُوِّرت عشرة أنواع من النباتات الضارة مقاومة لهذه المبيدات، ما يتطلب من المزارعين استخدام مبيدات أعشاب أخرى أكثر سُمية. جَمَعَ بعض معارضي المحاصيل المعدلة وراثياً أدلة تميل إلى إظهار أنه مع مرور الوقت، ومع ازدياد المقاومة لدى النباتات الضارة والحشرات<sup>(562)</sup>، سيزداد في الواقع الاستخدام العام لكل من مبيدات الأعشاب ومبيدات الحشرات، بيد أن أنصار المحاصيل المعدلة وراثياً لا يوافقون على هذا التحليل<sup>(563)</sup>.

بما أن الكثير من الأعشاب الضارة طورت الآن مقاومتها لمركب الغليفوسات (الشائع الاستخدام في منتج راوند أب Roundup)، هناك طلب متجدد في السوق لمبيدات أعشاب أكثر قوة - وأكثر خطورة<sup>(564)</sup>. هناك بالتأكيد الكثير من المنتجات التي يمكن الاختيار من بينها. يصل إجمالي المبيعات السنوية لمبيدات الآفات في السوق في العالم إلى ما يقرب من 40 مليار دولار، تشكل مبيعات مبيدات الأعشاب التي تستهدف الأعشاب الضارة نسبة 17.5 مليار دولار منها، فيما تمثل مبيعات كل من المبيدات الحشرية والفطرية<sup>(565)</sup> نحو 10.5 مليار دولار لكل منهما.

تقدمت شركة داو للعلوم الزراعية بطلب للحصول على موافقة الجهات الرقابية لإطلاق نوع جديد من (الذرة) معدّل وراثياً يتحمل تطبيق مبيدات الآفات المعروفة باسم D-2,4، الذي كان مكوناً أساسياً من مكونات إيجنت أورانج (العامل البرتقالي) Agent Orange - مبيد الأعشاب القاتل الذي استخدمه سلاح الجو الأمريكي لإزالة الغابات والغطاء الحرجي خلال حرب فيتنام<sup>(566)</sup> - الذي كانت له صلة بالعديد من المشكلات الصحية التي عانى منها الأميركيون والفيتناميون الذين تعرضوا له. أعرب خبراء الصحة من أكثر من 140 منظمة غير حكومية عن رفضهم إعطاء هذه الموافقة لما سموه «إيجنت أورانج الذرة»، مستشهدين بالصلات بين التعرض لمبيد D-2,4، و«المشكلات الصحية الكبيرة مثل السرطان، وانخفاض عدد الحيوانات المنوية، وسُميّة الكبد ومرض باركنسون. تظهر الدراسات المخبرية أن D-2,4 يسبب اضطراب الغدد الصماء، ومشكلات الإنجاب، والسُميّة العصبية، وكبت المناعة»<sup>(567)</sup>.

المبيدات الحشرية التي تُرش على المحاصيل مسؤولة أيضاً عن الأضرار التي لحقت بالحشرات المفيدة والحيوانات الأخرى. تراجعت نباتات الصُّقلاب (حشيشة اللبن) التي تعتمد عليها الفراشات بشكل حصري تقريباً في الأراضي

الصالحة للزراعة في الولايات المتحدة بنسبة 60 في المائة على مدى العقد الأخير<sup>(568)</sup>، ويرجع ذلك بشكل رئيس إلى التوسع في الأراضي الزراعية المخصصة لأصناف المحاصيل المعدلة وراثيا لكي تكون قادرة على تحمل مبيد الأعشاب رواند أب<sup>(569)</sup> Roundup. كانت هناك دراسات تبين أن محاصيل العَصَوِيَّة التُوْرِنَجِيَّة BT (وهي المحاصيل التي تنتج المبيدات الحشرية بنفسها) لها تأثير ضار بشكل مباشر على نوع واحد على الأقل من سلالة الفراشات الملكة<sup>(570)</sup>، وعلى الحشرات الطائرة شبكية الجناح lacewings (التي تعتبر من الحشرات المفيدة للغاية)، وُخُنْفَسَات الدَعَسُوْقَة، وكائنات المنطقة المفيدة في التربة. على الرغم من أن أنصار المحاصيل المعدلة وراثيا قللوا<sup>(571)</sup> من أهمية هذه الآثار، فإنها تستحق التمحيص الدقيق مع استمرار المحاصيل المعدلة وراثيا في توسيع دورها في إنتاج الغذاء في العالم.

وفي الآونة الأخيرة، عزا العلماء الانهيارات المفاجئة المقلقة والغامضة سابقا لمستعمرات النحل، إلى مجموعة جديدة من المبيدات الحشرية المعروفة باسم نيونيكوتينويد<sup>(572)</sup> neonicotinoids. أثار اضطراب انهيار المستعمرة (CCD) مخاوف عميقة بين مربّي النحل وغيرهم منذ أن ظهر هذا المرض للمرة الأولى في العام 2006<sup>(573)</sup>. على الرغم من طرح العديد من النظريات حول أسباب اضطراب انهيار المستعمرة CCD، فإن الدراسات التي حددت بدقة سبب الاضطراب لم تظهر حتى ربيع العام 2012.

تُستخدم المبيدات الحشرية نيونيكوتينويد neonicotinoids، التي تعتبر مواد سامة عصبية مشابهة في تركيبها للنيكوتين، على نطاق واسع على بذور الذرة، وتُسحب بعدئذ المواد الكيميائية من البذور إلى داخل نباتات الذرة في مراحل نموها. مربو النحل التجاريون، بدورهم، يغذون منذ زمن طويل النحل بشارب الذرة. وفقا لقسم الأبحاث الزراعية في وزارة الزراعة الأميركية، «تلقيح النحل مسؤول عن 15 مليار دولار من القيمة الإضافية للمحاصيل، لاسيما بالنسبة إلى المحاصيل المتخصصة مثل اللوز وغيرها من المكسرات، والتوت، والفواكه، والخضار. واحدة من بين كل ثلاث جرعات تقريبا<sup>(574)</sup> في النظام الغذائي تستفيد بشكل مباشر أو غير مباشر من تلقيح العسّالات (نحل العسل)».



النحل، بطبيعة الحال، لا يؤدي أي دور في تلقيح المحاصيل المعدلة وراثيا، وذلك لأن البذور المعدلة يجب أن يشتريها المزارعون سنويا<sup>(575)</sup>، وعادة النحل الضارة في تلقيح النباتات يمكن أن تنتج جينات لا تنسجم مع تصميم شركة البذور<sup>(576)</sup>. وفقا لصحيفة وول ستريت، هدد المزارعون الذين يعتنون بنوع معدّل من فاكهة اليوسفي الخالية من البذور بمقاضاة مربي النحل الذين يعملون في المزارع المجاورة لهم لأنهم يسمحون للنحل بـ«التعدي» على بساتينهم المزروعة بأشجار اليوسفي الخالي من البذور، خشية تطعيم اليوسفي الخالي من البذور بلقاح من أصناف الحمضيات التي تحتوي على البذور<sup>(577)</sup>. وكان من المنطقي أن يحتج مربو النحل قائلين إنهم لا يستطيعون التحكم في حركة طيران نحلهم.

وقد أدى الانتشار العالمي لتقنيات الزراعة الصناعية إلى زيادة الاعتماد على الاستنبات الأحادي، الذي قام بدوره في تسريع انتشار المقاومة ضد مبيدات الأعشاب ومبيدات الحشرات لدى الأعشاب الضارة والحشرات والأمراض النباتية. في العديد من البلدان، بما في ذلك الولايات المتحدة، تُزرع كل سلع المحاصيل الرئيسة<sup>(578)</sup> - الذرة، وفول الصويا، والقطن، والقمح - من حفنة صغيرة من الأصناف الجينية. ونتيجة لذلك، في معظم الحقول، تكون جميع النباتات تقريبا متطابقة جينيا. وقد أعرب بعض الخبراء منذ زمن عن قلقهم من أن الاعتماد على الاستنبات الأحادي يجعل الزراعة عرضة بشكل كبير للآفات<sup>(579)</sup> والأمراض النباتية التي لها أيضا العديد من الفرص لتطويع الطفرات التي تمكنها من أن تصبح أكثر كفاءة في مهاجمة الأصناف الجينية المعنية التي تُزرع بشكل مفرط.

### تحوُّر الأمراض النباتية

في أي حال من الأحوال، تسبب الأشكال الجديدة من الأمراض النباتية مشكلات للمزارعين في جميع أنحاء العالم. في العام 1999، بدأت طفرة جديدة من مرض فطري قديم معروف باسم الصدأ الجذعي في مهاجمة حقول القمح في أوغندا<sup>(580)</sup>. وقد حملت الرياح أبواغ المرض أولا من الحقول الأفريقية إلى كينيا المجاورة، ومن ثم عبر البحر الأحمر إلى اليمن وشبه الجزيرة العربية، ومن هناك إلى إيران. ويخشى علماء النبات من أنها ستستمر في الانتشار في أفريقيا وآسيا،

وربما أبعد من ذلك. وقد أعرب خبيران علميان بهذا المرض، هما بيتر نياو وروث وانييرا، عن قلقهما في العام 2012 من أن المرض يحتمل أن يدمر 80 في المائة من جميع أصناف القمح المعروفة. على الرغم من الاعتقاد السائد قبل نصف قرن بأن مرض صدأ القمح لا يشكل إلا تهديدا طفيفا، جعلته هذه الطفرة الجديدة من الأمراض الأكثر فتكا على الإطلاق.

وبالمثل، فإن نبات كاسافا<sup>(581)</sup> (المعروف أيضا بأسماء التبيوكّة، والمنيّهوت، واليوكا)، الذي يعتبر أكبر ثالث مصدر نباتي للسعرات الحرارية للأشخاص (بعد الأرز والقمح)، يستهلك في الغالب في أفريقيا، وجنوب أمريكا، وآسيا. وقد طورت هذه النبتة طفرة جديدة في شرق أفريقيا في العام 2005، ومنذ ذلك الحين، وفقا لكلود فوكيت، الذي يعمل مديرا لقسم أبحاث الكسافا في مركز دونالد دانفورث لعلوم النبات في سانت لويس، «كان هناك انتشار انفجاري على نمط وبائي... والسرعة لم يسبق لها مثيل قط»<sup>(582)</sup>، والمزارعون في حالة يائسة بالفعل». قارن بعض الخبراء حالة تفشي هذا المرض بآفة البطاطا في إيرلندا خلال أربعينيات القرن التاسع عشر، الذي كان مرتبطا في جزء منه باعتماد إيرلندا الكبير على سلالة من البطاطا أحادية الاستنبات من جبال الأنديز<sup>(583)</sup>.

جرى إتلاف ستين في المائة من محصول الذرة في الولايات المتحدة في العام 1970 بسبب نوع جديد من آفة أوراق الذرة الجنوبية<sup>(584)</sup>، ما يدل بشكل واضح، على حد قول اتحاد العلماء المهتمين UCS، «أن الأساس الموحد جينيا للمحاصيل هو كارثة على وشك الحدوث». ويشير اتحاد العلماء المهتمين UCS إلى أن «الزراعة في الولايات المتحدة تعتمد على أساس جيني ضيق. في بداية تسعينيات القرن العشرين، لم يكن هناك سوى ستة أصناف فقط من الذرة تشكل 46 في المائة من المحاصيل، وتسعة أصناف من القمح تشكل نصف محصول القمح، ونوعان من البازلاء يشكلان 96 في المائة من محصول البازلاء. نظرا إلى النجاح العالمي الذي حققته الوجبات السريعة في عصر شركة الأرض، فإن أكثر من نصف مساحة الأراضي المخصصة لزراعة البطاطا في العالم مزروعة الآن بنوع واحد من البطاطا: وهي البطاطا من فصيلة راسيت بوربانك المفضلة لدى سلسلة مطاعم ماكдонаلدز».

على الرغم من أن معظم الجدل الدائر حول النباتات المعدلة وراثيا يتمحور حول المحاصيل الغذائية ومحاصيل علف الحيوانات، من المستغرب أنه لا يوجد هناك سوى حيز ضيق من النقاش حول العمل العالمي النشط الذي يجري على قدم وساق لتعديل الأشجار جينيا<sup>(585)</sup>، بما في ذلك أشجار الحور والكيما. وقد أعرب بعض العلماء عن قلقهم من أن الارتفاع الشاهق للأشجار يعني أن الأنواع المعدلة وراثيا سوف ترسل غبار الطلع إلى مساحة محيطية أوسع بكثير من النباتات الأخرى مثل فول الصويا، والذرة، والقطن.

تزرع الصين بالفعل ما يقدر بآلاف الهكتارات من أشجار الحور المعدلة وراثيا لتنتج سم العَصَوِيَّة التُّورَنْجِيَّة BT في أوراقها من أجل حمايتها من اجتياح الحشرات. تحاول شركات التكنولوجيا الحيوية إدخال أشجار الكينا المعدلة وراثيا إلى الولايات المتحدة والبرازيل. ويرى العلماء أنه بالإضافة إلى مقاومة الآفات، قد تكون التعديلات مفيدة في تمكين الأشجار من البقاء في أثناء فترات الجفاف، ويمكن أن تعدل من طبيعة الخشب بطرق من شأنها تسهيل إنتاج الوقود الحيوي.

بالإضافة إلى النباتات والأشجار، أثارت الحيوانات المعدلة جينيا المعدة لإنتاج الغذاء للبشر أيضا جدلا كبيرا. منذ اكتشاف تقنية جديدة في العام 1981 تسمح بنقل جينات من نوع واحد إلى جينوم نوع آخر<sup>(586)</sup>، قام العلماء بالهندسة الجينية لعدة أنواع من الماشية، بما في ذلك الأبقار، والخنازير، والدجاج، والأغنام، والمعز، والأرانب. على الرغم من أن التجارب السابقة التي خفّضت من قابلية التعرض للإصابة بالأمراض لدى الفئران ولدت قدرا كبيرا من التفاؤل، لم تنجح حتى الآن سوى محاولة واحدة فقط للتخفيض من قابلية الماشية للإصابة بالأمراض.

ومع ذلك، فإن الجهود القائمة لإنتاج الحيوانات المعدلة وراثيا قد أنتجت بالفعل، من بين نتائج أخرى، حرير العنكبوت من المعز (المذكورة أعلاه)، وإنتاج هرمون نمو اصطناعي في الأبقار الحلوب<sup>(587)</sup> يزيد من إنتاجها للحليب. هرمون النمو البقري المؤتلف (rBGH)، الذي يُحقن في الأبقار الحلوب، كان محط جدل كبير. لا يجادل النقاد عادة في أن هرمون النمو البقري المؤتلف (rBGH) مُضر بشكل مباشر بصحة الإنسان، لكنهم بدلا من ذلك، يرون أن الأدلة تشير إلى أنه يسبب زيادة في هرمون آخر معروف باسم عامل النمو الشبيه بالأنسولين

(IGF)، الذي يوجد في حليب الأبقار التي حُقنت بهرمون النمو البقري بمعدلات تصل إلى عشرة أضعاف ما هو موجود في حليب الأبقار الأخرى.

أظهرت الدراسات وجود صلة بين ارتفاع مستويات عامل النمو الشبيه بالأنسولين IGF وارتفاع خطر الإصابة بسرطان البروستاتا<sup>(588)</sup> وبعض أشكال سرطان الثدي بنسبة عالية. على الرغم من أن هناك عوامل أخرى من الواضح أن لها علاقة بالإصابة بهذه السرطانات، وعلى رغم أن عامل النمو الشبيه بالأنسولين IGF هو مادة طبيعية في جسم الإنسان، تُرجمت مخاوف المعارضين بشأن حملة ناجحة للمستهلكين من أجل وضع ملصقات تبين أن الحليب معالج بهرمون النمو البقري<sup>(589)</sup>، أسفرت عن تراجع استخدامه بشكل ملحوظ<sup>(590)</sup>.

أدخل علماء الوراثة الصينيون جينات بشرية مرتبطة ببروتينات حليب الإنسان في أجنة الأبقار الحلوب<sup>(591)</sup>، ثم زرعوا تلك الأجنة في أبقار بديلة قامت بولادة عجول. عندما بدأت هذه الحيوانات بإنتاج الحليب، كان هذا الحليب يحتوي العديد من البروتينات والأجسام المضادة التي توجد في الحليب البشري ولكن ليس في حليب الأبقار العادية. فضلا على ذلك، فإن الحيوانات المعدلة وراثيا قادرة على إعادة استنساخ ذاتها مع توريث الصفات الجينية التي اكتسبتها. في الوقت الحاضر، هناك قطع من هذه الحيوانات عدده 300 في المختبر الحكومي الرئيس للتكنولوجيا الحيوية الزراعية التابع لجامعة الصين الزراعية، ينتج الحليب الذي هو أقرب إلى حليب الثدي البشري من حليب البقر. ويدّعي علماء في الأرجنتين، يعملون في المعهد الوطني للتكنولوجيا الزراعية التجارية<sup>(592)</sup> في بوينس آيرس، أنهم أصبحوا أكثر تطورا وكفاءة في هذه العملية. تقدم العلماء في الولايات المتحدة بطلب للحصول على موافقة الجهات الرقابية في العام 2012 لتقديم أول حيوان معدّل جينيا ومُعدّل للاستهلاك البشري المباشر<sup>(593)</sup>، وهو سمك السلمون المعدّل بمورثة هرمون نمو إضافية<sup>(594)</sup> ومفتاح جيني يشغل عملية صنع هرمون النمو حتى عندما تكون درجة حرارة المياه أكثر برودة من عتبة الإنتاج الطبيعي لهرمون النمو، ما نجم عنه معدل نمو أسرع بمرتين من معدل النمو الطبيعي لسمك السلمون<sup>(595)</sup>، وهذا يعني أنه سوف يصل إلى الحجم المطلوب في السوق في غضون ستة عشر شهرا فقط، بالمقارنة مع ثلاثين شهرا للنمو الطبيعي.

وقد أعرب معارضو «سمك السلمون الضخم» عن قلقهم إزاء إمكانية زيادة مستويات عامل النمو الشبيه بالأنسولين<sup>(596)</sup> - وهي المشكلة نفسها التي واجهوها بالنسبة إلى الحليب المنتج من أبقار جرى حقنها بهرمون النمو البقري. وأعربوا عن قلقهم إزاء هروب أسماك السلمون المعدلة هذه من أقفاصها لتتناسل مع أسماك السلمون الطبيعية، ما سيغير نوع فصيلة هذه الأسماك بشكل غير مقصود<sup>(597)</sup>. -

مثلاً أعرب معارضو المحاصيل المعدلة جينياً عن قلقهم إزاء التلقيح المتصالب مع المحاصيل غير المعدلة جينياً. وفضلاً على ذلك، وكما ذكرنا في الفصل 4، فإن الأسماك المستزرعة تتغذى على دقيق السمك المصنوع من أسماك المحيط بطريقة تتطلب عادة ثلاثة أرطال من الأسماك الطبيعية لإنتاج رطل واحد من الأسماك المستزرعة.

حاول العلماء في جامعة غويلف في كندا تسويق الخنازير المعدلة جينياً بإدخال جزء من الحمض النووي لفأر في مجيناتها من أجل تخفيض كمية الفوسفور في غائطها<sup>(598)</sup>. وقد سمو هذا الاختراع خنازير المختبر Enviropigs<sup>(599)</sup> لأن الفوسفور مصدر لأزهار طحلبية<sup>(600)</sup> عندما يلقي في الأنهار وتنشأ مناطق ميتة عند مصبات الأنهار في البحر. لكن العلماء تخلوا فيما بعد عن مشروعهم ونفذوا عملية الموت الرحيم بحق الخنازير<sup>(601)</sup>، ويرجع ذلك جزئياً إلى معارضة ما نحا بعض النقاد إلى تسميته بالأغذية المعدلة جينياً “Frankenfood” - أي الغذاء المصنوع من حيوانات معدلة جينياً - كما يرجع أيضاً إلى أن العلماء في أماكن أخرى طوروا إنزيم فيتاز<sup>(602)</sup>، الذي يحقق عند إضافته إلى طعام الخنازير<sup>(603)</sup> النتيجة المأمولة نفسها مع خنازير الأنوب Enviropig المشؤومة.

بالإضافة إلى الجهود المبذولة لتعديل الماشية والأسماك، كانت هناك أيضاً مبادرات أكثر في السنوات الخمس عشرة الماضية لتعديل الحشرات جينياً، بما في ذلك دودة القطن<sup>(604)</sup> والبعوض<sup>(605)</sup>. وفي الآونة الأخيرة، أطلقت شركة بريطانية للتكنولوجيا الحيوية، اسمها أوكسفورد إنسكت تكنولوجيز (أكسفورد لتكنولوجيا الحشرات) (أو أوكسيتيك Oxitec)، مشروعاً لتعديل الأنواع الرئيسية (وإن لم تكن الأنواع الوحيدة) من البعوض الذي يحمل حمى الضنك<sup>(606)</sup>، من أجل خلق ذكور بعوض متحوّلة جينياً لإنتاج ذرية تتطلب المضاد الحيوي تتراسيكلين من أجل البقاء على قيد الحياة.

اليرقات، التي لا يصلها التتراسيكلين<sup>(607)</sup>، تموت قبل أن تتمكن من الطيران. والفكرة من وراء ذلك هي أن ذكور البعوض التي، على عكس الإناث، لا تعض، سوف تستغل الإناث وتلقحها بالأجنة المحكوم عليها بالموت، ما يقلل بشكل حاد من التعداد الإجمالي للبعوض. على الرغم من أن التجارب الميدانية في جزر كايمان، وماليزيا، وجوازيرو، والبرازيل، حققت نتائج باهرة، كانت هناك معارضة شعبية عارمة عندما اقترحت شركة أوكسيتيك Oxitec إطلاق عدد كبير من البعوض<sup>(608)</sup> في منطقة كي وست بولاية فلوريدا، بعد تفشي حمى الضنك هناك في العام 2010. وقد أعرب معارضو هذا المشروع عن القلق من أن البعوض المعدل وراثيا قد تكون له آثار لا يمكن التنبؤ بها ويحتمل أن تكون آثارا مدمرة على النظام الإيكولوجي<sup>(609)</sup> الذي تُطلق في فضائه. بما أن الاختبارات المخبرية قد أظهرت بالفعل أن عددا صغيرا من ذرية البعوض يبقى على قيد الحياة في الواقع<sup>(610)</sup>، فهم يرون أن هناك احتمالا واضحا لتلك التي تنجو في البرية بأن تنشر تعديلاتها بين بقية مجتمعات<sup>(611)</sup> البعوض مع مرور الوقت.

قد تُظهر دراسات إضافية أن هذا المشروع هو إستراتيجية مفيدة وجديرة بالاهتمام للحد من انتشار حمى الضنك، غير أن التركيز على التعديل الجيني للبعوض الرئيس الذي يحمل هذا المرض يشكل تناقضا حادا مع الانعدام التام للتركيز على السبب الرئيس في سرعة انتشار حمى الضنك. اختلال التوازن المناخي للأرض وما ينجم عنه من زيادة في متوسط درجات الحرارة العالمية يجعل مناطق العالم التي كانت لا تؤوي البعوض الذي يحمل حمى الضنك ضمن نطاق توسع مداها.

وفقا لدراسة بحثية أجرتها جامعة تكساس للتكنولوجيا في العام 2012 عن انتشار حمى الضنك، فإن «التحولات في درجة الحرارة وأنماط الهطول الناجمة عن تغير المناخ العالمي قد تكون لها تأثيرات عميقة على البيئة من بعض الأمراض المعدية»<sup>(612)</sup>. وبملاحظة أن حمى الضنك هي واحدة من تلك الأمراض، توقع الباحثون أنه على الرغم من أن المكسيك هي الموقع الرئيس لحمى الضنك في أمريكا الشمالية، مع تفشٍ طفيف من حين إلى آخر فقط في جنوب تكساس وجنوب فلوريدا، فإنها تنتشر باتجاه الشمال بسبب ظاهرة الاحترار العالمي.

حمى الضنك، التي تصيب الآن ما يصل إلى 100 مليون شخص كل عام<sup>(613)</sup>، وتسبب آلاف الوفيات<sup>(614)</sup>، معروفة أيضا باسم «حمى تكسير العظام»<sup>(615)</sup> لأنها تسبب ألما حادة في المفاصل التي تُعتبر أحد أسوأ أعراضها<sup>(616)</sup>. تفشت حمى الضنك بشكل متزامن في كل من آسيا، والأمريكتين، وأفريقيا<sup>(617)</sup> في القرن الثامن عشر، غير أنه جرى احتواء هذا المرض إلى حد كبير حتى الحرب العالمية الثانية<sup>(618)</sup>؛ ويعتقد العلماء أنه انتشر في قارات أخرى بشكل غير مقصود عن طريق الناس في أثناء وبعد الحرب<sup>(619)</sup>. في العام 2012، كان هناك ما يقدر بـ 37 مليون حالة في الهند وحدها<sup>(620)</sup>.

بعد أن نقل البشر هذا المرض إلى الأمريكتين، كان نطاق تفشي حمى الضنك لايزال مقتصرًا على المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية<sup>(621)</sup>. ولكن الآن، ومع توسع مواطنها، يتوقع الباحثون أن حمى الضنك من المرجح أن تنتشر في جميع أنحاء جنوب الولايات المتحدة<sup>(622)</sup>، حتى إن المناطق الشمالية من الولايات المتحدة يُرجح أن تشهد موجات من تفشي المرض خلال أشهر الصيف.

بدأ هذا الفصل بمناقشة كيف نقوم نحن، للمرة الأولى، بتغيير «كينونة» الكائن البشري. نحن نقوم أيضا بتغيير كينونات أخرى نرتبط معها بيئيا. عندما نحدث خلا في النظام البيئي الذي نشأنا فيه ونغير بشكل جذري التوازن المناخي والبيئي الذي تشكلت في ظله حضارتنا بشكل دقيق، فإننا يجب أن نتوقع عواقب بيولوجية أكبر من حدود إمكانياتنا على إصلاحها باستخدام تكنولوجيات الهندسة الجينية (الوراثية). مع كل ذلك، فإن الانتهاك للمناطق البرية هو المسؤول عن نشوء 40 في المائة من الأمراض المعدية الجديدة التي تشكل خطرا يهدد البشر، بما في ذلك فيروس نقص المناعة البشرية/الإيدز<sup>(623)</sup>، وإنفلونزا الطيور، وفيروس الإيبولا، التي نشأت جميعها في الحيوانات البرية التي طردت من مواطنها الطبيعية بفعل الانتهاك البشري لها، أو جلبت إلى مقربة من الماشية<sup>(624)</sup> عندما توسعت الزراعة إلى المناطق التي كانت برية سابقا. وقد قال أخيرا عالم الأوبئة البيطرية جوناثان إبستين، «عندما تُحدث خلا في التوازن، فأنت تُعجل بانتقال مسببات الأمراض (المُمرضات) من الحيوانات البرية إلى الماشية ومن ثم إلى البشر». بشكل عام، فإن 60 في المائة من الأمراض المعدية الجديدة<sup>(625)</sup> التي تهدد البشر جاءت أصلا من الحيوانات.

## الكائنات الحية الدقيقة The Microbiome

نحن أيضا نخطر بتعطيل النظام البيئي داخل أجسامنا. لا توجد أبحاث جديدة تبين الدور الأساسي الذي تمارسه المجتمعات الميكروبية داخل (وعلى) كل شخص. في الواقع، لدى كل واحد منّا كائنات حية دقيقة microbiome من البكتيريا (وعدد أصغر بكثير من الفيروسات والخمائر، والأميبا) التي يفوق عددها عدد الخلايا الموجودة في أجسامنا<sup>(626)</sup> بنسبة عشرة إلى واحد. وبعبارة أخرى، فإن كل فرد يشارك جسده مع ما يقرب من 100 تريليون ميكروب<sup>(627)</sup> (جرثومة) تحمل 3 ملايين من الجينات غير البشرية<sup>(628)</sup>. وهي تعيش وتعمل بالتضافر مع أجسامنا في مجتمع تكيّفي نشكل نحن جزءا منه.

في بدايات العام 2012 نشر 200 عالم من المساهمين في «مشروع الكائنات الحية الدقيقة البشرية» Microbiome التسلسل الجيني لهذا المجتمع من البكتيريا<sup>(629)</sup> ووجدوا أن هناك ثلاثة أنواع أساسية في الأمعاء enterotypes - تشبه كثيرا أنواع الدم - توجد في جميع الأجناس والأعراق<sup>(630)</sup>، وهي موزعة بين كل السكان من دون أي رابط بالجنس، أو العمر، أو كتلة الجسم، أو أي علامات تمييزية أخرى. وفي المجلد، حدد الفريق 8 ملايين<sup>(631)</sup> من الجينات التي تُرمز البروتينات في الكائنات الحية، وقالوا إن نصفها له وظيفة لا يزال العلماء عاجزين عن فهمها.

إحدى الوظائف التي تؤديها هذه الكائنات الحية الدقيقة microbiome هي «الإشراف» على جهاز المناعة المكتسبة، وبخاصة في مرحلة الرضاعة والطفولة المبكرة<sup>(632)</sup>. وفقا لغاري هافنغيل، من جامعة ميشيغان، «تشكل مجموعة الميكروبات المعوية ذراع الجهاز المناعية». لطالما شكك العديد من العلماء في أن الاستخدام الكثيف المتكرر للمضادات الحيوية يتداخل مع عملية الإشراف هذه وقد يضر بهذه العملية التي يتعلّم من خلالها الجهاز المناعي التكيّفي<sup>(633)</sup> الدقة في التمييز بين الخلايا الغازية والخلايا السليمة. ما هو مشترك بين جميع أمراض المناعة الذاتية هو أن الجهاز المناعي قد يهاجم بالخطأ الخلايا السليمة وبالتالي فهو في حاجة إلى أن يتعلم كيف يميز بين الخلايا الغازية وخلايا الجسم نفسه<sup>(634)</sup>. «المناعة الذاتية» تعني الحصانة ضد الذات.



هناك أدلة متزايدة على أن الاستخدام الخاطئ والمتكرر للمضادات الحيوية عند الأطفال الصغار قد يُضعف عملية التطور و«التعلم» في أجهزة المناعة - وبالتالي يسهم في الظهور السريع الواضح للأمراض المتعددة<sup>(635)</sup> التي تصيب الجهاز المناعي، مثل داء السكري من النوع الأول<sup>(636)</sup> 1، والتصلب المتعدد<sup>(637)</sup>، وداء كرون<sup>(\*)</sup>، والتهاب القولون التقرحي<sup>(638)</sup>.

جهاز المناعة البشري لا يكون مكتمل النمو عند الولادة<sup>(639)</sup>. ومثل الدماغ البشري، يتطور جهاز المناعة وينضج بعد المرور عبر قناة الولادة<sup>(640)</sup>. (البشر لديهم أطول فترة طفولة وعجز من أي حيوان آخر<sup>(641)</sup>)، ما يسمح بالنمو السريع والتطور للدماغ بعد الولادة<sup>(642)</sup> - بحيث تجري معظم عملية التطور والتعلم من خلال التفاعل مع البيئة<sup>(643)</sup>. لدى جهاز المناعة قدرة فطرية عند الولادة على تفعيل خلايا الدم البيضاء لتدمير الفيروسات أو البكتيريا الغازية<sup>(644)</sup>، ولكنه يمتلك أيضا جهازا مناعيا مكتسبا- أو تكيفيا- يتعلم كيف يتذكر الغزاة من أجل محاربتهم على نحو أكثر فعالية إذا ما عادوا ثانية. يُنتج هذا الجهاز المناعي المكتسب أجساما مضادة تقوم بإصاق نفسها بالأجسام الغازية بحيث تستطيع أنواع معينة من خلايا الدم البيضاء التعرف على الأجسام الغازية والقضاء عليها.

جوهر المشكلة هو أن المضادات الحيوية ذاتها لا تميز بين البكتيريا الضارة والبكتيريا المفيدة<sup>(645)</sup>. باستخدام المضادات الحيوية لمحاربة المرض، نحن من غير قصد نقوم بالقضاء على البكتيريا التي نحتاج إليها من أجل الحفاظ على توازن صحي سليم. «أود أن أخسر لغة الحرب. فهي لا تخدم مصلحة جميع البكتيريا التي نشأت معنا، وتحافظ على صحة أجسامنا»، على حد قول جولي سيغري، واحدة من كبار الباحثين<sup>(646)</sup> في المعهد الوطني لأبحاث الجينوم البشري.

يؤثر أحد أنواع البكتيريا المهمة الموجودة في الكائنات الحية الدقيقة البشرية microbiome، وهي البكتيريا الملوّية البوّابية، في تنظيم اثنين من الهرمونات الرئيسية بالمعدة البشرية لهما صلة بتوازن الطاقة وبالشهية<sup>(647)</sup>. وفقا لدراسات جينية، تعيش بكتيريا الملوّية البوّابية في داخلنا بأعداد كبيرة منذ 58 ألف سنة<sup>(648)</sup>. وقبل 100 سنة تقريبا، كانت الميكروب الوحيد الأكثر شيوعا في المعدة عند معظم

(\*) Crohn's disease (داء الورم الحبيبي الالتهابي الهضمي المزمن).

البشر<sup>(649)</sup>. ولكن كما جاء في مقال مهم نُشر في مجلة نيتشر «الطبيعة» في العام 2011 لمارتن بليزر، الأستاذ في علم الأحياء الدقيقة ورئيس قسم الطب في جامعة نيويورك للطب، وجدت الدراسات أن «أقل من 6 في المائة من الأطفال في الولايات المتحدة، والسويد، وألمانيا يحملون هذا الكائن الحي الدقيق. قد تكون هناك عوامل أخرى تؤدي دورا في هذا الاختفاء للميكروب، ولكن قد تكون المضادات الحيوية هي المسؤولة عن ذلك. وصفة واحدة من جرعات المضاد الحيوي أموكسيسيلين أو ماكرولايد، الأكثر استخداما لعلاج التهابات الأذن الوسطى أو التهابات الجهاز التنفسي عند الأطفال، يمكن أن تقضي أيضا على بكتيريا الملوية البوابية بنسبة 20-50 في المائة من الحالات»<sup>(650)</sup>.

من المهم أن نلاحظ أنه جرى اكتشاف أن بكتيريا الملوية البوابية لكي تؤدي دورا في كل من التهاب المعدة<sup>(651)</sup> والقرحة؛ أشار عالم الأحياء الأسترالي الذي فاز بجائزة نوبل في الطب في العام 2005 لاكتشافه بكتيريا الملوية البوابية، الدكتور باري مارشال، إلى أن «الناس الذين لم يتناولوا المضادات الحيوية للتخلص منها لاقوا حتفهم». ومع ذلك، وجدت عدة دراسات أدلة قاطعة أن الناس الذين يفتقرون إلى بكتيريا الملوية البوابية «هم أكثر الناس عرضة للإصابة بمرض الربو، وحمى القش (حمى الهشيم)، أو حساسية الجلد في مرحلة الطفولة»<sup>(652)</sup>. ويرتبط غيابها أيضا بزيادة الحموضة<sup>(653)</sup> وسرطان المريء. وجد علماء في ألمانيا وسويسرا أن إدخال بكتيريا الملوية البوابية في أمعاء الفئران يعمل على حمايتها من الإصابة بداء الربو<sup>(654)</sup>. بين الناس، ولأسباب لاتزال غير مفهومة تماما، زادت الإصابة بداء الربو بنسبة تقارب 160 في المائة في جميع أنحاء العالم في العقدين الماضيين<sup>(655)</sup>.

أحد الهرمونات التي تنظمها بكتيريا الملوية البوابية هو هرمون غريلين ghrelin، الذي يعتبر أحد مفاتيح الشهية على الأكل<sup>(656)</sup>. ومن الطبيعي أن تنخفض مستويات هرمون غريلين بشكل كبير بعد أن يتناول المرء وجبة الطعام، ما يعطي إشارة إلى الدماغ بأنه حان الوقت للتوقف عن الأكل. بيد أن الناس الذين يفتقرون إلى بكتيريا الملوية البوابية في أمعائهم، لا تنخفض مستويات هرمون غريلين بعد تناول وجبة الطعام - لذا فإن إشارة التوقف عن الأكل لا

تُرسل إلى الدماغ. في المختبر الذي يديره مارتن بليزر، الفئران التي أعطيت كمية كافية من المضادات الحيوية للقضاء على بكتيريا الملوّية البَوَّابية ارتفعت نسبة الدهون في أجسامها بشكل كبير على رغم عدم تغيير نظامها الغذائي. ومن المثير للاهتمام أنه في حين يقول العلماء منذ زمن طويل إنهم لا يستطيعون تفسير أسباب زيادة وزن الحيوانات التي تتناول جرعات علاجية ثانوية من المضادات الحيوية في علف الماشية، هناك الآن أدلة جديدة على أن سبب ذلك قد يرجع إلى تغييرات في الكائنات الحية الدقيقة لديها.

لقد تبين أن استعاضة البكتيريا المفيدة التي قضت عليها المضادات الحيوية هي علاج فعّال لبعض الأمراض والحالات التي تسببها الميكروبات الضارة التي تسيطر عليها عادة الميكروبات النافعة<sup>(657)</sup>. الطليعة الحيوية (المؤيدات الحيوية)، كما يطلق عليها، ليست جديدة، ولكن بعض الأطباء يعالج المرضى المصابين الآن ببكتيريا ضارة معروفة باسم المطثية العسيرة بإعطائهم تحميلة ليجري «زرع البراز».

على الرغم من أن مجرد التفكير في ذلك قد يثير عند الكثيرين الشعور بالاستهجان، فقد ثبت أن هذا الإجراء آمن وفعّال للغاية. وجد العلماء في جامعة ألبرتا، بعد مراجعتهم لـ 124 حالة من زرع البراز، أن 83 في المائة من المرضى شعروا بتحسّن فوري عندما عاد التوازن إلى الكائنات الحية الدقيقة microbiome التي في داخلهم<sup>(658)</sup>. ويسعى علماء آخرون جاهدين إلى تطوير علاجات بالطليعة الحيوية مصممة لاستعادة أنواع محددة من البكتيريا المفيدة عندما يجري فقدانها من الكائنات الحية الدقيقة microbiome لدى المريض.

مثلما نحن مرتبطون بالـ 100 تريليون من الميكروبات التي تعيش في داخلنا وعلينا ونعتمد عليها من فترة الولادة حتى الموت، ونحن مرتبطون أيضا ونعتمد على أشكال الحياة التي من حولنا والتي تعيش في باطن الأرض وسطحها. فهي تقدم خدمات تمنحنا الحياة كما تفعل تماما الميكروبات الموجودة في أحشائنا وعلى سطوح أجسامنا. وتماثلنا يخلق الخلل الاصطناعي في المجتمعات الجرثومية التي تعيش في داخلنا خلا في توازن النظام البيئي للكائنات الحية الدقيقة microbiome الذي يضر بصحتنا بشكل مباشر، فإن إحداث خلل في

النظام الإيكولوجي للأرض - الذي نعيش في داخله - يمكن أن يُحدث أيضا خللا في التوازن يشكل خطرا يهدد وجودنا.

النتائج المترتبة على البشر من جراء الخلل الواسع النطاق في النظام الإيكولوجي للأرض - وما يمكننا فعله لمنع حدوث ذلك - سيكون موضوع الفصل التالي من هذا الكتاب.

## الحافة

القوة الناشئة والزخم المتسارع لشركة الأرض، والنمو السريع لأنماط استهلاك الموارد المدمرة، وغياب القيادة العالمية، والحوكمة المختلفة وظيفيا للمجتمع الدولي اجتمعت جميعها لإنتاج وابل من أشكال التلوث التي تضر بشكل خطير بسلامة التوازن المناخي على كوكب الأرض الذي يعتبر أساسيا لبقاء الحضارة على قيد الحياة.

كان إدراكنا لحجم الخطر الشديد الذي نصنعه بأيدينا بطيئا، ويرجع ذلك جزئيا إلى التحول الجذري المبالغت في العلاقة الكامنة بين البشر والنظام الإيكولوجي لكوكب الأرض بسبب الالتقاء الحديث نسبيا لثلاثة عوامل أساسية. أولا، تضاعفت أعدادنا أربع مرات في أقل من قرن من الزمان ولاتزال في ازدياد؛ وثانيا، تهيمن على طريقتنا في التفكير - على الصعيدين الفردي والجماعي - الآفاق قصيرة

«النزعة الطبيعية الموجودة في داخلنا جميعا تجعلنا نأمل ألا يكون الإجماع العلمي بشأن الاحترار العالمي تصويرا دقيقا للخطر الحقيقي الذي نواجهه»

الأجل وتشوهها عادات الفكر الموروثة من أسلافنا في عصور ما قبل التاريخ، الذين جابهوا مخاطر تهدد وجودهم تختلف عن المخاطر التي نواجهها اليوم؛ وثالثا، التكنولوجيات التي شاع استخدامها اليوم هي أقوى بكثير من تلك التي كانت متوافرة قبل بضعة أجيال.

وعلى وجه الخصوص، فإن استمرارنا في حرق الوقود الأحفوري الغني بالكربون من أجل 85 في المائة من الطاقة التي تسيّر شركة الأرض ينفث كل أربع وعشرين ساعة 90 مليون طن إضافي من التلوث الناجم عن ظاهرة الاحتار العالمي إلى داخل القشرة الرقيقة جدا للغلاف الجوي<sup>(1)</sup> المحيط بكوكبنا، كأنه كان مَجْرورا مفتوحا. هذا يعني أننا نضيف ما يعادل وزن ما يزيد على 5 آلاف من التسرب النفطي لوحدة التنقيب عن النفط في خليج المكسيك ديبووتر هورايزون (Deepwater Horizon Gulf) كل يوم إلى التجميعات الخطرة التي بدأت تتراكم مع الثورة الصناعية بمعدل<sup>(2)</sup> بدأ يتسارع بشكل كبير خلال النصف الأخير من القرن الماضي، ولا يزال مستمرا بهذا التسارع.

ونتيجة لذلك، تتصادم الحضارة الإنسانية مع العالم الطبيعي وتسبب أضرارا جسيمة للنظم الطبيعية المهمة التي يعتمد عليها استمرار ازدهارنا كجنس بشري. هناك تجليات متعددة لهذا التصادم: الانقراض المتوقع لما يتراوح بين 20 و50 في المائة من جميع أنواع الكائنات الحيّة<sup>(3)</sup> على الأرض في هذا القرن؛ وانتهاك أكبر وأهم الغابات في العالم؛ وتحمّض المحيطات، ونضوب أنواع مهمة من الثروة السمكية، والفقدان الوشيك للشعاب المرجانية؛ وتراكم النفايات الكيميائية السامة المعمرة التي تشكل تهديدا مستمرا للبشر وأشكال الحياة الأخرى؛ واستنزاف موارد التربة السطحية والمياه الجوفية بمعدلات غير مستدامة؛ وأمور كثيرة أخرى.

ولكن التجلي الوحيد لهذا التصادم الأكثر أهمية والأكثر تهديدا هو أزمة المناخ. نظرا إلى أن الغلاف الجوي المحيط بكوكبنا رقيق للغاية، فهو معرض بدرجة كبيرة للتغيير الجذري في تركيبته الكيميائية الذي يحدث عندما نلوّثه باستمرار ومن دون مبالاة بكميات هائلة من النفايات الكيميائية الغازية. هذا الغطاء المتنامي من التلوث يخنق قدرة الغلاف الجوي على التوسط في إحداث توازن إشعاعي بين الأرض

والشمس، وحبس مزيد من الطاقة الحرارية الإضافية كل يوم في الطبقة الدنيا من الغلاف الجوي أكثر مما يمكن أن تطلقه 400 ألف قنبلة ذرية في هيروشيما<sup>(4)</sup>. وفي هذه العملية، نحن نغيّر بشكل جذري دورة المياه على الأرض، وندمر التوازنات الإيكولوجية المهمة، ونضاعف كل الأضرار الأخرى التي نلحقها بالطبيعة، بما في ذلك النباتات والحيوانات التي نعتمد عليها.

والخبر السار هو أننا نملك القدرة على البدء في حل أزمة المناخ - إذا تنبهنّا إلى واقع ظروفنا وقررنا أن إنقاذ مستقبل الحضارة البشرية يشكل أولوية بالنسبة إلينا. وهذا يعني الاعتراف ليس فقط بالخطر ولكن أيضا بالفرصة الكامنة في هذه الأزمة. وهذا يعني التخلي عن الوهم بوجود حل تكنولوجي ذكي وسريع لإصلاح الحالة الطارئة على الكوكب التي تتطلب إستراتيجية عالمية متعددة الجوانب لتحويل نظم الطاقة لدينا - خصوصا توليد الكهرباء - والتصنيع، والزراعة، والحراجة (زراعة الغابات)، وتكنولوجيات البناء، والنقل، والتعدين، وغيرها من قطاعات الاقتصاد في العالم إلى نمط منخفض الكربون وذو كفاءة عالية.

ونعم، عندما نضع حجم الاستجابة المطلوبة ومدى تعقيدها، تبدو مهمة شاقة وعسيرة. ولكن كانت هناك أخيرا تحسينات مذهلة في التكنولوجيات التي تمكّننا من تحقيق النجاح. فهي تزداد كفاءة ويمكن نشرها بشكل أسرع بكثير مما هو متوقع. وقد أدى حجم أسواق الطاقة المتجددة إلى هبوط حاد في التكلفة فاق كل التوقعات. هبطت أسعار الكهرباء المولدة بالطاقة أو بطاقة الرياح بشكل سريع إلى درجة أن هذه الأسعار بدأت تنافس بالفعل في بعض المناطق من العالم متوسط سعر شبكة الكهرباء<sup>(5)</sup>. على الصعيد العالمي، ستصبح مصادر الطاقة المتجددة ثاني أكبر مصدر لتوليد الطاقة بحلول العام 2015<sup>(6)</sup>.

### بدائل حقيقية

كلما أنتجنا مزيدا من الطاقة عن طريق الشمس أو الرياح، أصبحت الطاقة أرخص؛ وكلما أنتجنا المزيد من الطاقة عن طريق النفط والفحم، أصبحت أكثر تكلفة. وبطبيعة الحال، فإن «وقود» الرياح والشمس لا حدود له عمليا. على سبيل المثال، تتلقى الأرض كمية من الطاقة القابلة للاستخدام فعلا من أشعة الشمس

في كل ساعة واحدة تفوق كل ما نحتاجه للاستهلاك من الطاقة في العام<sup>(7)</sup> لسنة كاملة. تتجاوز أيضا إمكانات طاقة الرياح<sup>(8)</sup> مجموع الطلب على الطاقة في العام بعدة مرات.

في صيف العام 2012، كانت هناك فترات حصلت فيها ألمانيا<sup>(9)</sup> على أكثر من نصف الكهرباء لديها من مصادر الطاقة المتجددة. يتوقع الآن بعض الخبراء الماهرين في مجال الاستثمار من منظور عالمي، أنه حتى التقدير المتحفظ للانخفاضات المستمرة في تكلفة الطاقة الكهربائية الضوئية (PV) سيؤدي إلى ارتفاع سريع ومذهل في حصتها السوقية من قدرة التوليد الجديدة على مدى السنوات القليلة المقبلة - إلى درجة يصبح فيها ما يقرب من نصف توليد الكهرباء الإضافي في العالم برمته<sup>(10)</sup> صادرا عن الطاقة الكهربائية الضوئية PV بحلول منتصف العقد المقبل.

في العام 2010، وللمرة الأولى في التاريخ، تجاوزت الاستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة تلك الاستثمارات الموضوعة في الوقود الأحفوري (بقيمة 187 مليار دولار مقابل 157 مليار دولار)<sup>(11)</sup>. في العام نفسه، ارتفع تركيب تجهيزات الطاقة الكهربائية الشمسية في الولايات المتحدة بنسبة 102 في المائة زيادة على تلك التجهيزات التي جرى تركيبها قبل سنة فقط<sup>(12)</sup>. كذلك خلال العقد الماضي، جرى إلغاء 166 مقترحا لإنشاء محطات توليد جديدة تعمل بالفحم في الولايات المتحدة، ويرجع سبب ذلك في جزء كبير منه إلى المعارضة الشعبية.

يعمل المهندسون المعماريون والبنّاءون حاليا على دمج التصميم والتقنيات الجديدة التي تخفّض من استهلاك الطاقة والتكاليف التشغيلية للمباني. وهذا مهم بشكل خاص لأن ما يقرب من 30 في المائة من جميع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> تأتي من المباني<sup>(13)</sup>، ومن بين جميع المباني اللازمة للإنشاء بحلول العام 2050، لايزال ثلثا هذه المباني قيد الإنشاء<sup>(14)</sup>. وفقا لتقرير وكالة حماية البيئة، «في المتوسط، تُهدر نسبة 30 في المائة من الطاقة المستهلكة في المباني التجارية<sup>(15)</sup>. كفاءة استخدام الطاقة هي السبيل الأوضح المهم لوقف هذا الهدر، وتخفيض انبعاثات الغازات، وتوفير المال».

أجرى بالفعل مئات الملايين من الناس تغييرات في قراراتهم الشرائية في مسعى منهم إلى طلب السلع والخدمات المتدنية في نسبة الكربون. واستجابة لذلك، أثبتت



العديد من الشركات والصناعات ريادتها في التعجيل بإحداث تخفيضات في الكربون والتحول إلى إستراتيجيات مربحة مستندة إلى الاستدامة والتحول إلى الطاقة المتجددة. ويجري تنفيذ تحسينات في كفاءة استخدام الطاقة على نطاق واسع. ولكن في الإجمال، سوف تستمر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في ارتفاعها الحاد إلى أن يتم سنّ سياسات حكومية تعمل على تسريع عملية الانتقال إلى عالم منخفض الكربون.

من أجل الماضي قدما في هذا التحول بشكل أسرع بكثير، وبوتيرة ضرورية للبدء في حل أزمة المناخ، ينبغي علينا أولا بناء إجماع سياسي عالمي - بدءا من إجماع في الولايات المتحدة - يكون قويا ما يكفي لدعم التغييرات في السياسات التي من شأنها حل الأزمة: ينبغي علينا وضع ثمن مناسب في السوق لانبعاثات ظاهرة تلوث الاحتباس الحراري بفرض ضريبة على الكربون، وسقف للانبعاثات ينخفض باستمرار، وآليات سوق تعزز أقصى قدر من الكفاءة في تخصيص النفقات لتحقيق تخفيضات شاملة.

يجب على القادة في المجتمع المدني أيضا وضع ثمن سياسي واجتماعي على النشر المضلل للمعلومات الزائفة عن هذه الأزمة الوجودية بواسطة المتهكمين الناكرين لظاهرة الاحترار العالمي، الذين يدرك العديد منهم ذلك أكثر من غيرهم ولكنهم يحاولون الحفاظ على أنماط الأعمال المدمرة ولكن المربحة جدا من خلال زرع البلبلة، والشك الكاذب، والخلاف السياسي لتأخير الاعتراف بالواقع ومنع عقد إجماع في الآراء. في نهاية المطاف، إليكم الخيار الذي نواجهه: بإمكاننا إما أن نجعل حل أزمة المناخ المبدأ التنظيمي المركزي للحضارة العالمية، وإما أن الظروف المعادية التي نخلقها سوف تنمو بسرعة نحو الأسوأ، وتزيد من سماكة الغطاء الخانق لتلوث الاحترار العالمي المحيط بكوكبنا وتدمير قابلية الحياة للحضارة التي نعرفها.

على مدى كل التاريخ المسجل، قمنا بتكوين أنماط حياتنا وتصميم حضارتنا لتنسجم بشكل دقيق مع غلاف ضيق نسبيا من الاختلافات المألوفة في درجات الحرارة، والرياح، والأمطار، والأشربة الساحلية، وتدفقات الأنهار، وخطوط الصقيع، وتساقط الثلوج. لقد بنينا مجتمعاتنا في أماكن نسميها الوطن - بالقرب من مصادر موثوقة للماء الذي نشربه والحقول المثمرة التي تعطينا الغذاء - في عالم لم تتغير معاملته الطبيعية إلا قليلا على مر أكثر من 300 جيل.

منذ انحسار الأنهار الجليدية في نهاية العصر الجليدي الأخير، بفترة لا تبعد طويلا عن بناء أولى المدن واختراع الكتابة التي حافظت على ذاكرة الإنسان، ونحن نسلّم جدلا بالنمط الدائم والمستقر نسبيا لانبعاثات الغازات وتيارات المحيط، وموجات الحر ونوبات البرد، ومواسم الأمطار ومواسم الجفاف، والزراعة في الربيع والحصاد في الخريف، وشراف الضفادع والفراشات، وغيرها من الظواهر الطبيعية الدائمة التي ميزت عالمنا لقراءة عشرة آلاف سنة. تماما كما هو معروف أن السمك لا يعلم أنه في الماء - لأنه لا يعرف شيئا سوى الماء - كذلك نحن لم نعرف أي شيء سوى الظروف الكونية التي أدت إلى ازدهار البشرية.

جميع أولئك الذين سبقونا أضافوا إسهاماتهم في الإرث الملتقن لمؤسسة الإنسان الذي ورث لنا في عصرنا. وكل جيل بدوره حافظ على بقائه بفضل هبات الطبيعة نفسها: تلقيح المحاصيل والنباتات البرية عن طريق الحشرات والحيوانات الأخرى، والتنقية الطبيعية للمياه عن طريق التربة، والعديد من الفوائد البيئية الأخرى التي يسميها الاقتصاديون المعاصرون «خدمات النظام الإيكولوجي».

نحن ننظر إلى كل هذا وأكثر على أنها أمور مسلّم بها. ونحن نضع كل هذا وأكثر في خطر. التغيرات الكبيرة التي سببها الإنسان في نمط المناخ الذي عرفناه على الدوام ونتنبأ به منذ زمن طويل يمكن أن تعيد ترتيب البنية الطبيعية للطبيعة بشكل جذري بحيث يصبح من الصعب علينا أن نتخيل التحديات التي سيواجهها جنسنا البشري. عندما يُخرج سمكة من الماء، لا تستطيع البقاء على قيد الحياة. وبشكل مشابه، إذا أحدثنا خلا كاملا في الظروف التي تستند إليها حضارتنا - ليس لبضع سنوات فقط، وإنما لعدة آلاف من السنين - فسيكون أيضا من غير المرجح أن تبقى على قيد الحياة في أي شيء مشابه لشكلها الحالي.

### الأمن والاستقرار

إحدى العواقب العديدة الناجمة عن الاضطرابات الهائلة في نمط المناخ المعروفة لدينا على الدوام ستكون الخطر الأكبر لعدم الاستقرار السياسي. في الواقع، هذا الخطر هو أحد الأسباب الرئيسية التي تقف وراء المخاوف التي

أعرب عنها منذ زمن طويل خبراء الأمن العسكري والقومي في الولايات المتحدة بشأن ظاهرة الاحترار العالمي أكثر من معظم المسؤولين المنتخبين<sup>(16)</sup>. في كثير من مناطق العالم، تزرع أنظمة الحكم تحت وطأة ضغوط هائلة بوجود عدة دول فاشلة - كالصومال، واليمن، وزيمبابوي، على سبيل المثال - مما يخلق تحديات صعبة للدول المجاورة لها إقليمياً. الضغط المتزايد الذي سيصاحب التغيرات الكبيرة في الأنماط المناخية قد يدفع العديد من البلدان الأخرى إلى شفير الهاوية. بعد لعبة الحرب التي أدارتها جامعة الدفاع الوطني في الولايات المتحدة لمحاكاة العواقب الجيوسياسية للهجرة الجماعية للاجئين المناخ من المناطق المنخفضة من بنغلاديش، قال رئيس معهد بنغلاديش لدراسات السلام والأمن، اللواء إي. ن. م. منيروزمان: «بحلول العام 2050، سيُغرق ملايين النازحين ليس أرضنا ومواردنا المحدودة فقط بل أيضاً حكومتنا، ومؤسساتنا وحدودنا»<sup>(17)</sup>.

الاستثناءات القليلة لاستقرار المناخ النسبي الذي طالما تمتعنا به تثبت صحة هذه القاعدة. جاء في دراسة حديثة أجراها ديفيد تشانغ وآخرون بشأن العلاقة بين التقلبات المناخية الطفيفة نسبياً في الماضي والصراعات الأهلية، ونُشرت في دورية الأكاديمية الوطنية للعلوم: «كان الانكماش الاقتصادي الذي يحركه المناخ السبب المباشر للأزمات الإنسانية الواسعة النطاق<sup>(18)</sup> في أوروبا ما قبل الثورة الصناعية في نصف الكرة الشمالي». وبالفعل، فإن صفحات التاريخ تسجل الآثار الهدامة للتغيرات الطفيفة نسبياً في الظروف السائدة التي ترعرعنا فيها:

• الحقبة القروسطية الدافئة كانت لها علاقة باختفاء حضارة

المايا في أمريكا الوسطى والاستعمار المؤقت للمزارعين القادمين من الدول الإسكندنافية لمنطقة جنوب غرينلاند<sup>(19)</sup>.

• خلال العصر الجليدي الأدنى، أبحر سكان الإسكيمو المتلحفون

بالفراء بزوارقهم في اتجاه إسكتلندا؛ أما في أقصى الجنوب، فقد لقي الملايين حتفهم<sup>(20)</sup> جراء المجاعة الأوروبية التي تركزت في فرنسا.

• أثارت موجة الأمطار الغزيرة التي هطلت في الصين في القرن

الرابع عشر سلسلة من الأحداث التي أدت إلى ظهور مرض الطاعون الأسود<sup>(21)</sup> الذي أفنى ربع سكان أوروبا.

• الثوران الهائل العجيب لبركان تامبورا<sup>(22)</sup> في إندونيسيا في العام 1815 ملأ الغلاف الجوي للأرض بالجسيمات وأدى إلى «عام من دون صيف» في العام 1816 مما تسبب في هلاك المحاصيل على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، وموجة من الثورات في أوروبا، وهجرات بشرية جماعية في مناطق كثيرة بحثا عن الطعام والدفع.

كل هذه الأحداث كانت حوادث متطرفة نادرة ولكنها على الرغم من ذلك تندرج ضمن الحدود الطبيعية للاختلافات المتلازمة مع نفس نمط المناخ الشامل الذي عرفناه على الدوام. وبقدر ما كانت الكوارث الناتجة عن ذلك مريعة، بيد أنها كانت في الأغلب مؤقتة وقصيرة الأمد نسبيا. وفي المقابل، فإن الاضطرابات المناخية الأكبر من ذلك بكثير التي نتسبب فيها نحن تهدد بخلق حالة طوارئ على كوكب الأرض تدوم لفترات زمنية تتجاوز نطاق الخيال البشري. وما يقدر بـ 25 في المائة من غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ <sup>(23)</sup> الذي أطلقناه في الغلاف الجوي هذا العام سيسهم باستمرار في ارتفاع درجات الحرارة لمدة 10 آلاف سنة على الأقل من الآن. إذا أجبرنا الصفائح الجليدية العملاقة في القارة القطبية الجنوبية وغرينلاند على الذوبان، فمن غير المرجح أن تعود بجدول زمني له صلة من قريب أو بعيد بجنسنا البشري.

لقد حدثت تسع من السنوات العشر الأكثر حرارة التي سُجلت منذ أن بدأت القياسات الدقيقة لدرجة الحرارة في ثمانينيات القرن التاسع عشر في السنوات العشر الماضية<sup>(24)</sup>. وهذه الطاقة الحرارية الإضافية تعطل بالفعل حياة الملايين من الناس. الحالات الجوية القاسية والفتاكة التي كانت نادرة الحدوث أصبحت اليوم أكثر شيوعا وأكثر فتكا. وهي توصف أحيانا بأنها تحدث «مرة واحدة كل ألف سنة»، ويخلف العديد منها خسائر اقتصادية وبشرية فادحة. ومن المتوقع أن تصبح هذه الحوادث أكثر شيوعا بكثير، وأكثر سوءا إلى حد كبير.

من بين الأمثلة التي وقعت أخيرا: سلسلة الفيضانات في باكستان التي شردت 20 مليون شخص<sup>(25)</sup>، وزادت من زعزعة الاستقرار في بلد يمتلك الأسلحة النووية؛ وموجات الحر غير المسبوقة التي ضربت أوروبا في العام 2003<sup>(26)</sup> وأودت بحياة 70 ألف شخص، وضربت روسيا في العام 2010 وأدت إلى مقتل 55 ألف شخص<sup>(27)</sup>،

والحرائق الهائلة، وتلف المحاصيل الذي رفع أسعار المواد الغذائية عالمياً<sup>(28)</sup> إلى مستويات قياسية؛ والفيضانات التي اجتاحت شمال شرق أستراليا في العام 2011<sup>(29)</sup> وغطت مساحة بحجم فرنسا وألمانيا مجتمعتين؛ وفترات الجفاف الكبيرة في جنوب الصين<sup>(30)</sup> وجنوب غرب أمريكا الشمالية في العام 2011؛<sup>(31)</sup> وحتى الجفاف الأعظم في أكثر من نصف الولايات المتحدة في العام 2012؛ وإعصار ساندي الجبار<sup>(32)</sup> في العام 2012، الذي دمر أجزاء من نيو جيرسي ومدينة نيويورك؛ والعواصف التاريخية المتعددة ووابل الأمطار الغزيرة في العديد من المناطق من العالم.

دورة المياه العالمية - التي يتساقط فيها الماء المتبخر من المحيطات على شكل هطول الأمطار على الأراضي ومن ثم يعود ليتدفق من جديد إلى المحيطات عبر الجداول التي تصبح أنهاراً - تشتد حدتها بشكل جذري وتتسارع جراء الاحترار العالمي. المحيطات الأكثر حرارة تسمح بتبخر مزيد من المياه إلى السماء. ولا يزال الأهم من ذلك هو الحقيقة بأن الهواء الأسخن يحمل مزيداً من بخار الماء<sup>(33)</sup>. إذا أخذت حماماً بارداً، فلن يظهر البخار على المرأة فوق الحوض الموجود في حمامك. ولكن إذا اغتسلت بماء ساخن فإن البخار قد يتكاثف على المرأة. ومع وجود هذا الكم الكبير من الماء في الغلاف الجوي، فهناك أيضاً مزيد من الطاقة التي تزيد من حجم العواصف وقوتها الفتاكة.

قاس العلماء بالفعل نسبة إضافية من بخار الماء في الغلاف الجوي فوق المحيطات تصل إلى 4 في المائة، وعلى الرغم من أن نسبة 4 في المائة لا تبدو نسبة كبيرة، فإن لها تأثيراً كبيراً في الدورة الهيدرولوجية<sup>(34)</sup>. نظراً إلى أن العواصف غالباً ما تجتاح مسافات قد تصل إلى ألفي كلم، فإنها تجمع بخار الماء من مساحة واسعة من السماء وتجعله يصب في اتجاه الداخل إلى المناطق التي تثير فيها ظروف العاصفة وابل من الأمطار<sup>(35)</sup>.

وبالمقارنة، إذا رَفَعَت سُدَادَةٌ بِالْوَعَةِ حَوْضَ الْحَمَّامِ الْمَمْلُوءِ بِالْمَاءِ، فَإِنَّ الْمِيَاهَ الْمُنْدَفَعَةَ لِلْأَسْفَلِ عِبْرَ بِالْوَعَةِ الْحَوْضِ لَا تَأْتِي فَقَطْ مِنَ الْمِيَاهِ الْمَوْجُودَةِ مُبَاشَرَةً فِي أَعْلَى بِالْوَعَةِ الْحَوْضِ، بَلْ مِنْ كُلِّ أَرْجَاءِ الْحَوْضِ. وَبِالطَّرِيقَةِ نَفْسِهَا، فَإِنَّ الْأَحْوَاضَ الْكَبِيرَةَ لِبَخَارِ الْمَاءِ الْمَتَجَمِّعِ فِي السَّمَاءِ تَصُبُّ نَحْوَ «الْمَصَارِفِ» الْمَفْتُوحَةِ فَوْقَ الْأَرْضِ عَنْ طَرِيقِ الْعَوَاصِفِ الْمَطِيرَةِ وَالْعَوَاصِفِ الثَّلْجِيَّةِ. عِنْدَمَا تَمْتَلِئُ هَذِهِ الْأَحْوَاضُ بِمَزِيدٍ مِنْ

بخار الماء أكثر من السابق، يصبح انهيار الأمطار أكثر شدة. يؤدي الهطول الشديد للأمطار الغزيرة إلى حدوث فيضانات كبيرة. تغمر الفيضانات الأراضي وتتسبب في تآكل التربة. وكمية أقل من المياه تتسرب إلى أعماق التربة لإعادة ملء مستودعات المياه الجوفية<sup>(36)</sup>.

يؤدي تغير المناخ أيضا إلى التصحر عن طريق تغيير أنماط دوران الغلاف الجوي وجفاف الأراضي والغطاء النباتي. ذات الحرارة الزائدة التي تحول المياه من المحيطات إلى بخار تسرع من تبخر رطوبة التربة - مما يؤدي إلى حدوث فترات جفاف أطول، وأعمق، وأكثر انتشارا. بما أن إعادة ملء «أحواض» الغلاف الجوي لاتزال تستغرق وقتا طويلا، تعاني مناطق كثيرة في العالم من فترات أطول من عدم هطول الأمطار بين الفترات التي تهطل فيها أمطار غزيرة. تؤدي هذه الفترات الأطول من درجات الحرارة العالية الواقعة بين حوادث الهطول الشديد للأمطار إلى جفاف أكثر انتشارا وأكثر عمقا. وبمجرد أن تفقد التربة الغطاء النباتي، يبدأ سطحها بامتصاص مزيد من الحرارة. وعندما تجف رطوبة التربة، وتصبح الأرض كأنها مخبوزة في فرن، ترتفع درجات الحرارة المحلية بشكل أكبر<sup>(37)</sup>، وتصبح التربة السطحية أكثر عرضة لتعرية الرياح<sup>(38)</sup>.

يُنذر العطش والتبيس الحاصل في السلات الغذائية الزراعية الأعلى إنتاجية في العالم بأزمة غذائية في المستقبل قد تكون لها عواقب إنسانية وسياسية مروعة للغاية إلى درجة لا يمكن تخيلها. قالت مسؤولة كبيرة تعمل في المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح في المكسيك، ماريان بانزيغر: «هناك انفصال هائل عن الواقع مع عدم فهم الناس للخطورة البالغة للوضع الذي نحن فيه»<sup>(39)</sup>.

والعواقب بالنسبة إلى إنتاج الغذاء وتوفير المياه قاسية إلى أبعد الحدود بالفعل. في العام 2012، وإلى حد كبير بسبب الأحداث المتصلة بالمناخ التي خفضت إنتاج المحاصيل، عانى العالم ازديادا قياسيا في أسعار المواد الغذائية لمدة شهر واحد<sup>(40)</sup>، مع توقع ارتفاعات قياسية في الأسعار للعام 2013<sup>(41)</sup>. عانت أكثر من 65 في المائة من المناطق في الولايات المتحدة من ظروف جفاف<sup>(42)</sup> في العام 2012. وفضلا عن التأثيرات في الزراعة الصناعية في أمريكا الشمالية، وروسيا، وأوكرانيا، وأستراليا، والأرجنتين، تضررت الزراعة المعيشية (زراعة الكفاف) بشكل كبير في كثير من البلدان

الاستوائية وشبه الاستوائية بسبب التبدلات الكبيرة في توقيت ومدة، وحجم أمطار هطول الأمطار نتيجة الخلل الذي يحدثه الاحترار العالمي في الدورة الهيدرولوجية. وقد نقل جاستين غيليس من صحيفة «نيويورك تايمز» عن رام ياداف، أحد مزارعي الأرز في شمال شرق الهند، قوله: «لن يهطل المطر في موسم الأمطار<sup>(43)</sup>، بل سيهطل في غير موسمه. وموسم البرد يتقلص أيضا».

إلى جانب الآثار التي ناقشناها في الفصل الرابع - التي تشمل استنزاف التربة السطحية والمياه الجوفية والمنافسة التي تواجه المزارعين على الأراضي والمياه من المدن سريعة النمو، والصناعة، وإنتاج الوقود الحيوي - يهدد ارتفاع درجات الحرارة العديد من المحاصيل الغذائية بتخفيضات كارثية في غلة المحاصيل وذلك تحت وطأة الحرارة فقط. الباحث في جامعة ستانفورد ديفيد لوبيل، الذي أكمل أخيرا دراسة عن تأثير ارتفاع درجات الحرارة في المحاصيل الزراعية بالمشاركة مع الباحث ولفرام شيلنيكر من جامعة كولومبيا، قال أخيرا «أعتقد أن هناك قلة دراية بمدى حساسية المحاصيل الزراعية<sup>(44)</sup> للحرارة، ومدى السرعة التي يزداد فيها معدل التعرض للحرارة».

في السنوات الثلاث الماضية، غيرت البحوث العلمية الجديدة وجهة النظر السائدة منذ زمن طويل لدى الخبراء الزراعيين التي تقول إنه في ظل غياب الجفاف فإن المحاصيل الغذائية لن تتضرر نسبيا بارتفاع درجات الحرارة. كان يعتقد الكثيرون أن المستويات الأعلى من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  يمكن أن تُسمد نمو النبات بما يكفي لموازنة أي انخفاضات في غلة المحاصيل الناجمة عن وطأة الحرارة. ولكن للأسف، فإن البحوث المكثفة التي أُجريت بهدف تأكيد هذه الفرضية تُظهر الآن أن غلة المحاصيل الغذائية من المرجح أن تتراجع بسرعة أكبر مع ارتفاع درجات الحرارة أكثر مما كان يُعتقد سابقا، وأن تأثير التسميد لثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  هو أدنى بكثير مما كان متوقعا<sup>(45)</sup>. علاوة على ذلك، يبدو أن الأعشاب الضارة تستفيد من الزيادة الإضافية في ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  أكثر بكثير<sup>(46)</sup> من استفادة المحاصيل الغذائية.

مع استمرار درجات الحرارة في الارتفاع، فإن الذرة - المحصول الأكثر زراعة على نطاق واسع في العالم - على ما يبدو ستكون الأكثر عرضة لوطأة الحرارة. تبدأ غلة

محصول الذرة بالتناقص مع معدلات درجات الحرارة التي تشهدها الأرض بانتظام في أشهر الصيف. كل يوم خلال موسم النمو (تقريباً من بداية شهر مارس وحتى نهاية شهر أغسطس) ترتفع به درجات الحرارة فوق عتبة 84 درجة فهرنهايت (29 درجة مئوية)، تنخفض فيه غلة محصول الذرة بنسبة 0.7 في المائة.

مع زيادة سخونة درجات الحرارة فوق عتبة 84 درجة فهرنهايت<sup>(47)</sup>، يتراجع المحصول وينخفض أكثر مع كل درجة حرارة إضافية<sup>(48)</sup>. إذا ما سُمح لدرجات الحرارة في الولايات المتحدة بالارتفاع بقدر ما هو متوقع الآن نتيجة لظاهرة الاحتباس الحراري، فإنه بحلول نهاية هذا القرن قد تنخفض غلة محصول الذرة بنسبة الثلث بسبب وطأة الحرارة وحدها، ومع تأثير الجفاف المتفاقم والخلل في أنماط هطول الأمطار ستكون هناك ضريبة أكبر على عوائد هذا المحصول<sup>(49)</sup>. فول الصويا له عتبة لتحمل وطأة الحرارة أعلى من عتبة الذرة (86 درجة فهرنهايت / 30 درجة مئوية)، ولكن نفس الانخفاضات المتسارعة في محاصيل فول الصويا ستبدأ عندما تصل درجات الحرارة إلى ذلك المعدل أو تتجاوزه<sup>(50)</sup>. في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي تكون فترة الموسم الحار أطول؛ والربيع يأتي قبل مواعده بأسبوع تقريباً (ويحل الخريف بعد مواعده بأسبوع تقريباً)<sup>(51)</sup>. وعلاوة على ذلك، فإن تناقص حجم الكتل الجليدية الجبلية والأنهار الجليدية يزيد من تفاقم نقص المياه لأغراض الزراعة في العديد من المناطق المهمة، لأنه يحدث فيضانات ربيعية كبيرة قبل أوانها خلال العام ويحرم هذه المناطق من المياه<sup>(52)</sup> خلال أشهر الصيف الحارة عندما تشتد الحاجة إليها. وفيما ينصب التركيز عادة على ارتفاع درجات الحرارة خلال النهار، فإن ارتفاع درجات الحرارة في أثناء الليل لا يقل أهمية عن ذلك<sup>(53)</sup>. تؤكد كل من نماذج الحاسوب وعمليات الرصد المتلازمة أن الاحترار العالمي يزيد من ارتفاع درجات الحرارة ليلاً أكثر من ارتفاعها في أثناء النهار<sup>(54)</sup>.

وفقاً لبعض الدراسات، كل درجة واحدة من الحرارة الزائدة في الليل يقابلها تناقص خطي في غلال محصول القمح<sup>(55)</sup>. أظهرت مراجعة عالمية موسعة لتأثير تغير المناخ على غلال المحاصيل الزراعية بين العامين 1980 و2010 أن إنتاج القمح على مستوى العالم انخفض بنسبة 5.5 في المائة بسبب عوامل متعلقة بالمناخ<sup>(56)</sup>. وقد نشر باحث في المعهد الدولي للأرز في الفلبين، شاووينغ بينغ، في دورية الأكاديمية



الوطنية للعلوم نتائج تبين أن غلة الأرز تراجعت بنسبة 10 في المائة مع كل ارتفاع في الحرارة بدرجة مئوية واحدة<sup>(57)</sup> في أثناء الليل خلال الفترة الجافة من موسم النمو، علما بأنه لم تكن هناك انخفاضات مهمة في غلة المحصول مرتبطة بزيادة درجات الحرارة القصوى خلال النهار.

تتزايد الأمراض والآفات التي تصيب المحاصيل أيضا مع ظاهرة الاحترار العالمي. يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى اتساع نطاق الحشرات الضارة للمحاصيل الغذائية، وإرسالها إلى مسافات أبعد شمالا في نصف الكرة الشمالي وجنوبا في نصف الكرة الجنوبي، وإلى ارتفاعات أعلى فوق سطح البحر. وقد كتب فريق من علماء المحاصيل ينشرون في دورية «رسائل البحوث البيئية» ما يلي: «هذه التوسعات في نطاق الحشرات قد تكون لها آثار اقتصادية كبيرة من خلال زيادة تكاليف البذور والمبيدات الحشرية، وانخفاض غلة المحاصيل، والآثار النهائية للتغيرات في تباين غلال المحاصيل»<sup>(58)</sup>.

قرر علماء آخرون أن المستويات الأعلى من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  تحرض أيضا مجتمعات الحشرات. اختبر عالم الأحياء النباتية إيفان ديلوتشيا مع فريق من علماء الحشرات في جامعة إلينوي تأثير مستويات ثاني أكسيد الكربون المرتفعة في فول الصويا، ووجدوا أن حشرات الّمن (قمل النبات) والخنافس اليابانية<sup>(59)</sup> توافدت بأسراب كبيرة على فول الصويا المزروع في بيئات فيها نسب أعلى من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، والتهمت معظمها، وعاشت فترة أطول، وولدت المزيد من البيض. «وهذا يعني أن الخسائر في المحاصيل قد ترتفع في المستقبل»<sup>(60)</sup> على حد قول ديلوتشيا.

وجد علماء آخرون في فريق ديلوتشيا أن ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون جعل نباتات فول الصويا تثبط الجينات المهمة لإنتاج المواد الكيميائية التي تساعد على الدفاع عن نفسها ضد الحشرات عن طريق إعاقة الأنزيمات في بطون الخنافس التي تهضم نباتات فول الصويا، وتثبط الجينات الأخرى التي تستخدمها نباتات فول الصويا<sup>(61)</sup> لجذب الأعداء الطبيعيين من الخنافس. ونتيجة لذلك، ووفق كلير كاستيل، وهي واحدة من أعضاء الفريق، فإن فول الصويا الذي يزرع في بيئات فيها مستويات عالية من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، «يبدو عاجزا أمام الحيوانات العاشبة»<sup>(62)</sup>.

درجات الحرارة المرتفعة لها التأثير نفسه في زيادة أعداد الآفات في معظم المناطق من العالم. قال أحد رؤساء مجموعة بحثية زراعية آسيوية دولية، برامود ك. أغراوال: «حالات الطقس الحارة والمواسم الجافة الطويلة المرتبطة بتغير المناخ قد يثبت أنها الحافز المثالي لانتشار الآفات والأمراض. وهي بالفعل الأعداء المخيفة التي تؤثر في المحاصيل الغذائية»<sup>(63)</sup>. وذكر فريق من العلماء الهنود، آخدين بعين الاعتبار أن الحشرات هي حيوانات باردة الدم، أن «درجة الحرارة هي على الأرجح العالم البيئي الأهم الذي يؤثر في سلوك الحشرات، وانتشارها، ونموها، وبقائها على قيد الحياة، وتكاثرها... وتشير التقديرات إلى أن ارتفاع درجة الحرارة بمعدل درجتين مئويتين (2)، قد يزيد من دورات حياة الحشرات من واحدة إلى خمس دورات في الموسم الواحد»<sup>(64)</sup>.

وجد العلماء في المركز الدولي للزراعة الاستوائية، على سبيل المثال، أن محصول الكسافا (المنيهوت) في جنوب شرق آسيا- الذي تقدر قيمته بنحو 1.5 مليار دولار كل عام - مهدد بشكل خطير من الآفات والأمراض النباتية التي تتفشى بكثرة مع ارتفاع درجات الحرارة<sup>(65)</sup>. ووفق عالم حشرات الكسافا توني بيلوتي: «وضع آفات الكسافا في آسيا هو وضع خطير جدا كما هو عليه الآن. ولكن وفقا لدراساتنا، فإن ارتفاع درجات الحرارة قد يجعل الأمور أسوأ بكثير مما هي عليه». ويضيف بلوتي قائلا: «إن تفشي فصيلة واحدة من هذه الآفات الضارية يعتبر أمرا في غاية السوء، ولكن نتائجنا تظهر أن تغير المناخ قد يثير موجات متعددة ومشاركة من هذا التفشي عبر جنوب شرق آسيا، وجنوب الصين ومناطق زراعة الكسافا في جنوب الهند»<sup>(66)</sup>.

الميكروبات التي تسبب الأمراض البشرية - والأنواع التي تحملها- تتوسع هي أيضا في مداها. في المناطق المعتدلة ذات الكثافة السكانية العالية في العالم، الظروف المناخية السائدة التي تطورت فيها الحضارة كانت غير مؤاتية لعيش العديد من الكائنات الحية المسببة للأمراض. لكن الآن ومع تحرك موجات الطقس الحار نحو القطب، تتحرك معها بعض هذه الكائنات المسببة للأمراض.

وفقا لدراسة في العلوم أجراها الباحث في جامعة برينستون أندرو دوبسون وآخرون، فإن الاحترار العالمي هو الذي يسبب انتشار البكتيريا والفيروسات والفطريات التي تسبب الأمراض البشرية في مناطق كانت في السابق عدائية

تجاهها. «تغير المناخ يحدث خلا في النظام الإيكولوجي بطريقة تجعل سبل الحياة أفضل بالنسبة إلى الأمراض المعدية» على حد قول دوبيسون. «تراكم الأدلة يجعلنا نشعر بقلق بالغ». وقال أحد الكتاب الآخرين المشاركين في هذه الدراسة، ريتشارد س. أوستفيلد: «إننا نشعر بالهلع لأنه من خلال مراجعة الأبحاث على مجموعة متنوعة من الكائنات الحية المختلفة، بدأنا نرى أنماطا مماثلة بشكل لافت للزيادات في انتشار المرض أو حدوثه مع ارتفاع حرارة المناخ»<sup>(67)</sup>.

على الرغم من ازدياد انتشار السفر الدولي بشكل كبير ونقل بعض الحشرات الحاملة للأمراض من دون علم من المناطق المتوسطة إلى مناطق أخرى، تسهم الظروف المناخية المتغيرة في انتشار أمراض مثل حمى الضنك وفيروس غرب النيل وغيرها<sup>(68)</sup>. وكتب اتحاد العلماء المهتمين أن «تغير المناخ يؤثر في حدوث وانتشار الأمراض عن طريق التأثير في حجم السكان وتشكيلة المضيفين والممرضات، وطول موسم انتقال العدوى، وتوقيت وشدة»<sup>(69)</sup> موجات التفشي.

وذكروا أيضا أن «الظواهر الجوية الشديدة مثل هطول الأمطار الغزيرة أو الجفاف غالبا ما تؤدي إلى تفشي الأمراض، لا سيما في المناطق الأكثر فقرا التي قد تكون فيها تدابير العلاج والوقاية شحيحة. البعوض على وجه الخصوص حساس بشكل بالغ للحرارة». إجراء التحسينات على نُظم الصحة العامة يعتبر في غاية الأهمية لمكافحة انتشار هذه الأمراض المهاجرة، ولكن يُمارس ضغط على عديد من البلدان ذات الدخل المنخفض للعمل على إيجاد الموارد اللازمة لتوظيف وتدريب مزيد من الأطباء والممرضات، والاختصاصيين في الأمراض الوبائية. كما أنهم حذروا أيضا من أنه في كثير من المناطق التي تنتشر فيها هذه الممرضات ومضيفاتها مع ارتفاع درجات الحرارة، «سوف لن يكون لدى السكان المتضررين سوى مناعة قليلة أو معدومة، مما يجعل هذه الأوبئة تسبب مستويات عالية من الأمراض والوفاة»<sup>(70)</sup>.

في صيف العام 2012، شهدت الولايات المتحدة أسوأ تفشٍ لفيروس غرب النيل<sup>(71)</sup> منذ وصوله لأول مرة إلى الساحل الشرقي لولاية ميريلاند في العام 1999 وانتشاره بسرعة في جميع الولايات الخمسين في غضون أربع سنوات فقط، وذلك خلال فترة تميزت بارتفاع درجات الحرارة على نحو غير طبيعي. وكانت ولايتا دالاس

وتكساس، أولى الولايات التي أعلنت حالة الطوارئ في الصحة العامة وبدأت بالرش الجوي للمدينة للمرة الأولى منذ العام 1966<sup>(72)</sup>. ومع بلوغ درجة القلق ذروتها، أصدر المسؤولون في السلامة العامة نداء<sup>(73)</sup> للجماهير من أجل وقف الاتصال برقم الإسعاف 911 عندما يتعرضون لعضات البعوض. وتفشى المرض في نهاية المطاف<sup>(74)</sup> في ثمان وأربعين ولاية من الولايات الخمسين مع نهاية العام 2012، وأودى بحياة 234 شخصا على الأقل.

كتب الراحل بول إبشتاين، الذي كان أستاذا في كلية الطب بجامعة هارفارد وأحد أصدقائي الحميمين، في العام 2001 حول العلاقة بين فيروس غرب النيل وأزمة المناخ. وقال إنه في الآونة الأخيرة «لدينا أدلة دامغة على أن الحالات الجوية التي تضعف دورة حياة المرض هي الشتاء المعتدل الذي ترافقه موجات جفاف وحرارة طويلة الأمد - وهي الظواهر الشديدة الطويلة الأجل للطقس المرتبطة بتغير المناخ»<sup>(75)</sup>.  
وفقا لكريستي ويلكوكس التي تعمل في مجلة «ساينتفيك أمريكان» (المجلة العلمية الأمريكية):

كانوا يتنبأون بآثار تغير المناخ في غرب النيل<sup>(76)</sup> لأكثر من عقد من الزمان. فإن كانوا على حق، فإن الولايات المتحدة ستواجه أسوأ أنواع الأوبئة... وجدت الدراسات أن البعوض يلتقط الفيروس بسهولة في درجات الحرارة المرتفعة. كما أن درجات الحرارة المرتفعة تزيد أيضا من احتمال انتقال العدوى، لذا كلما كان الطقس أكثر حرارة، زاد احتمال حمل البعوض الذي يعض طيرا مصابا للفيروس وأيضا احتمال أن ينقل هذا الفيروس إلى مضيف بشري من دون علمه. في الولايات المتحدة، جرى ربط بؤر انتقال العدوى بشكل وثيق مع ارتفاع درجات الحرارة في الصيف فوق معدلها الطبيعي. وعلى وجه الخصوص، فإن سلالة فيروس غرب النيل في الولايات المتحدة تنتشر بشكل أفضل في أثناء موجات الحر، وكان يُعزى انتشار فيروس غرب النيل في اتجاه الغرب إلى الحرارة التي في غير أوانها. درجات الحرارة العالية هي المسؤولة أيضا عن انتقال الفيروس من فصيلة واحدة من البعوض إلى مزيد من فصائل البعوض التي تحبذ المناطق الحضرية، ما يؤدي إلى موجات تفشٍ في أنحاء الولايات المتحدة... رُبطت حالات الحدوث القياسية لمرض فيروس غرب النيل بقوة بأمطار المناخ العالمي والآثار المباشرة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

في العام 2010، شهد العالم أكثر السنوات حرارة منذ بدء الاحتفاظ بتسجيل لدرجات الحرارة، وختمت أكثر العقود الزمنية حرارة التي قيسَت على الإطلاق<sup>(77)</sup>. في العام 2012، حطّم الرقم القياسي في درجات الحرارة المرتفعة. شهر أكتوبر من العام 2012 كان الشهر الرقم 332 على التوالي<sup>(78)</sup> الذي سُجلت فيه درجات حرارة عالمية فوق المعدل الطبيعي على مدار القرن العشرين. أسوأ موجة جفاف منذ حدوث الطبقة الرملية (Dust Bowl) لعواصف الغبار التي حدثت في ثلاثينيات القرن العشرين أتت على الأخضر واليابس من المحاصيل وجففت مخزونات المياه في العديد من المجتمعات. وقد اضطر العديد من المزارعين بالفعل إلى التكيف مع جفاف التربة. تسبب نقص المياه في تراكم السموم في الذرة والمحاصيل الأخرى غير القادرة على معالجة الأسمدة النيتروجينية<sup>(79)</sup>.

## الحُمى العالمية

من أجل تحديد الفرق بين ظاهرة الاحترار العالمي والتغير الطبيعي، أصدر الدكتور جيمس هانسن، أحد خبراء المناخ الأكثر تأثيراً في الأوساط العلمية، مع اثنين من زملائه، مايكو ساتو وريتو رودري، تحليلاً إحصائياً مبتكراً<sup>(80)</sup> لدرجات الحرارة القصوى في جميع أنحاء العالم من العام 1951 حتى العام 2010 والتي قارنت فترة القيمة القاعدية الطبيعية من العام 1951 إلى العام 1980 إلى العقود الأخيرة، ومن العام 1981 إلى العام 2010، خصوصاً في السنوات القليلة الماضية عندما كانت تتجلى آثار الاحترار العالمي بشكل بارز أكثر.

ومن خلال تقسيم درجات الحرارة السطحية لكل العالم تقريباً إلى قطاعات مساحة كل واحد منها 150 ميلاً مربعاً، استطاع هانسن حساب وتيرة درجات الحرارة القصوى (وجميع درجات الحرارة الأخرى) خلال السنوات الستين الماضية. والنتائج - التي لا تعتمد على النماذج المناخية، أو علم المناخ، أو أي نظريات سببية - تبين بوضوح أن هناك ارتفاعاً في درجات الحرارة القصوى في السنوات الأخيرة يصل إلى 100 ضعف مقارنة بالعقود السابقة. ويظهر التحليل الإحصائي أنه في السنوات القليلة الماضية، كانت درجات الحرارة القصوى تحدث بانتظام على مساحة 10 في المائة تقريباً من سطح الأرض، فيما كانت مثل هذه الحوادث خلال العقود السابقة تقع على مساحة تتراوح بين 0.1 و 0.2 في المائة فقط من سطح الأرض<sup>(81)</sup>.

والتشبيه الذي اختاره هانسن لتفسير هذا الفرق يتألف من زهري نَرْد، يحوي كل منهما الأطراف الستة المطلوبة. يحوي زهر النَرْد الأول، الذي يُظهر معدلات درجات الحرارة على مدار السنوات بين العامين 1951 و1980، طرفين يمثلان المواسم «الطبيعية»، وطرفين يمثلان المواسم «ذات الحرارة فوق المعدل الطبيعي»، ويمثل الطرفان الآخران المواسم «ذات البرودة تحت المعدل الطبيعي». وقد كان هذا يعتبر التوزيع «الطبيعي» لدرجات الحرارة. أما زهر النَرْد الثاني، الذي يُظهر معدلات درجات الحرارة في السنوات الأخيرة، فلّه طرف واحد فقط يمثل الموسم الطبيعي وطرف واحد فقط يمثل الموسم الأبرد من المعدل الطبيعي، وثلاثة أطراف تمثل المواسم الأكثر حرارة من معدلاتها الطبيعية، فيما يمثل الطرف الأخير المتبقي المواسم ذات الحرارة العالية جدا - وهي المواسم التي تتجاوز فيها درجات الحرارة حدود المعدلات الإحصائية التي كانت سائدة<sup>(82)</sup>.

بلغة الإحصائيين، فإن الانحراف المعياري يقيس كميا كم يختلف مدى، أو امتداد، مجموعة معينة من الظواهر عن متوسط الامتداد. المواسم المتطرفة - في هذه الحالة، إما الحارة على نحو غير طبيعي أو الباردة على نحو غير طبيعي - تحدث بشكل طبيعي بوتيرة أقل بكثير من المواسم العادية أو شبه العادية. ونظرا إلى أن المواسم التي تتميز بدرجات حرارة قصوى كانت في السابق تحدث بوتيرة أقل، بيد أنها كانت في أغلب الأحيان تدهشنا، على الرغم من حدوثها ضمن المعدل المتوقع طبيعيا. المواسم التي لها ثلاثة انحرافات معيارية عن المعدل كانت نادرة للغاية، ولكنها لاتزال تحدث من حين إلى آخر كجزء من المعدل الطبيعي.

المتوسط العام لدرجة الحرارة هو أكثر دفئا على العموم على الرغم من أن حالات البرد الشديد لاتزال تحدث باستمرار، وإن كانت نادرة. وبعبارة أخرى، انتقل التوزيع الكامل لدرجات الحرارة إلى القيم الأكثر دفئا، واتسع ناقوس المنحنى التوزيعي وأصبح مسطحا بشكل طفيف، بحيث أصبح هناك مزيد من التقلبات في درجات الحرارة أكثر مما كان يحدث سابقا. ولكن الاكتشاف الأكثر أهمية هو أن وتيرة درجات الحرارة العالية القصوى قد ارتفعت بشكل كبير<sup>(83)</sup>.

يستنتج هانسن أن مرد ذلك هو الاحترار العالمي - وبالفعل، فقد اتضح أن هذه النتائج تنسجم تماما مع ما تنبأ به علم الاحترار العالمي منذ زمن طويل (في كم

هائل من الدراسات الأخرى، أثبت هانسن وعلماء مناخ آخرون حول العالم سببية هذا الأمر إلى درجة وصفها معظم الأوساط العلمية العالمية تقريبا بأنها «قاطعة لا لبس فيها على الإطلاق» و«غير قابلة للجدل». بيد أن النتائج نفسها تستند إلى رصد لدرجات الحرارة الفعلية في العالم الحقيقي. وهو رصد لا يمكن الجدل فيه، وآثاره واضحة بقوة.

وكما جاء في القول المأثور الدارج في ولاية تينيسي، إذا رأيت سلحفاة على قمة عمود السياج، فمن المرجح كثيرا أنها لم تصعد إلى هناك من تلقاء ذاتها (\*). والآن نحن نرى السلاحف على كل عاشر عمود للسياج في كل حقل من حقول في العالم. وهذه السلاحف لم تصعد إلى هناك من تلقاء نفسها. فمن الواضح تماما الآن أن جميع درجات الحرارة القصوى والأحداث المناخية المتطرفة المرتبطة بها هي أشبه بالسلاحف على قمة عمود السياج. وهذه الأمور لم تحدث من دون تدخل الإنسان في المناخ.

في العام 2012، أصدر الرئيس الجديد للبنك الدولي جيم يونغ كيم دراسة تبين أن درجات الحرارة من المرجح أن ترتفع بنسبة 4 درجات مئوية (7.2 درجة فهرنهايت)<sup>(84)</sup> إذا لم تُتخذ خطوات جريئة للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>، وأنه لا يوجد «أي تأكيد بأن تكييف العالم مع ارتفاع درجة الحرارة بنسبة 4 درجات هو أمر ممكن»<sup>(85)</sup>. يستخدم جيرالد ميهل، من المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي، تشبيها مختلفا لتفسير ما يحدث: إذا تمكن لاعب بيسبول يتعاطى المنشطات من إحراز نقطة بإتمام دورة ركض كاملة، فمن الممكن أن يستطيع إنجاز الشيء نفسه من دون تعاطي المنشطات. ولكن حقيقة أنه تناول منشطا بشكل غير قانوني لتعزيز الأداء يجعل احتمال إكماله دورة ركض كاملة عندما يأتي دوره مرة ثانية باستلام المضرب أمرا مرجحا أكثر بكثير. في ظل تشبيه ميهل، فإن 90 مليون طن من التلوث الناجم عن الاحتراق العالمي الذي نبثه في الغلاف الجوي كل أربع وعشرين ساعة هو مثل المنشطات للمناخ. أظهرت دراسة مبتكرة أجريت في العام

(\*) في الماضي البعيد قبل إنتاج المبيدات الحشرية، كان المزارعون يدركون أن السلاحف، والطيور، والخفافيش كانت صديقة لهم. ولحماية السلاحف في أثناء فلاحه الأراضي، كان صبيان وفتيات المزرعة يجوبون الحقل في جميع أرجائه قبل عملية الفلاحة لإنقاذ السلاحف. وكانوا يضعونها على قمة أعمدة السياج، وبعد الانتهاء من فلاح الأرض كان يُطلق سراح السلاحف، في الأغلب عند غروب الشمس.

2012 عن التنبؤات المناخية خلال العقد الماضي أن التوقعات المستقبلية «الأسوأ حالا» هي التي يُرجح حدوثها في الأغلب<sup>(86)</sup>.

تُساهم الزيادات في متوسط درجة الحرارة العالمية والزيادة في وتيرة حدوث ارتفاع درجات الحرارة القصوى التي يعمل هانسن وآخرون على توثيقها في ذوبان جميع المناطق المغطاة بالجليد على الأرض. قبل ثلاثين سنة فقط، كان المحيط المتجمد الشمالي مغطى بشكل كامل بالجليد في فصل الصيف كما في فصل الشتاء. هل تذكرون ذلك؟ كان البعض يسميه القلنسوة الجليدية القطبية الشمالية. أخبروا أحفادكم كيف كان هذا الجبل الجليدي يفصل منطقة أوراسيا عن أمريكا الشمالية والمحيط الأطلسي عن المحيط الهادئ على مدار السنة. العام الماضي الذي شهد مستويات متدنية قياسية لحجم الجليد الذي يغطي المنطقة هو مؤشر لافت إلى تسارع غط الذوبان الذي أدى إلى انحسار 49 في المائة من الجليد<sup>(87)</sup> في غضون ثلاثة عقود، ومن الممكن، من وجهة نظر العديد من علماء الجليد، أن يؤدي ذلك إلى انحسار الجليد بنسبة 100 في المائة في أقل من عقد من الزمان<sup>(88)</sup>.

بعض شركات النقل البحري تشعر بالحماس لأن خط بحر الشمال الأسطوري مفتوح الآن على مدى عدة أشهر في السنة. لقد عبرت سفينة صينية، اسمها سنو دراغون (التنين الثلجي)، القطب الشمالي في طريقها إلى أيسلندا ذهاباً وإياباً<sup>(89)</sup> في صيف العام 2012. ويجري حالياً تركيب كابل من الألياف الضوئية عالي السرعة لربط أسواق الأسهم في طوكيو مع نظيراتها في مدينة نيويورك وذلك لإتمام الصفقات التي تتم عبر الحاسوب بسرعة أكبر<sup>(90)</sup>. وأساطيل صيد الأسماك تستعد لاستغلال الموارد البيولوجية الغنية للمحيط المتجمد الشمالي، التي كانت حتى الآن محمية بواسطة الجليد<sup>(91)</sup>. وتدرس القوات البحرية لبعض البلدان مسألة تحريك الأصول العسكرية إلى داخل هذه المنطقة<sup>(92)</sup>، علماً بأنه بدأت هناك أيضاً مشاورات بشأن إمكان عقد اتفاقيات لتعزيز الحل السلمي للقضايا التي تتعلق بالأمن، والسيادة، والتنمية للمحيط المتجمد الشمالي عندما يصبح خالياً من الجليد في فصل الصيف. تشعر العديد من الشركات النفطية بالسعادة الغامرة من وجود آفاق لفرص تنقيب جديدة<sup>(93)</sup>، وبعض هذه الشركات قد نقل فعلاً منصات التنقيب إلى المكان. ولكن عواقب حدوث انفجار عرضي في فوهة البئر الموجودة في الجزء السفلي من



المحيط المتجمد الشمالي بشكل مماثل لكارثة شركة النفط البريطانية (بريتش بتروليوم) BP في العام 2010 سيكون أمرا كارثيا أكبر بكثير وأكثر صعوبة بكثير للتعامل معه مما هي الحال في خليج المكسيك، أو في غيره من المواقع العديدة الموجودة في المياه العميقة التي يؤدي فيها انفجار فوهات الآبار<sup>(94)</sup> إلى تسرب نفطي كبير. التكنولوجيا الجديدة نسبيا وغير الكاملة المستخدمة في التنقيب في المياه العميقة محفوفة بكثير من المخاطر بشكل أكبر من مخاطر التنقيب التقليدية لأن معدلات الضغط في قاع المحيط مرتفعة جدا. التنقيب عن النفط في الجزء السفلي من المحيط المتجمد الشمالي، وتعرض النظام البيئي النظيف لخطر تسرب نفطي كبير حيث يستحيل إجراء عمليات التصليح والإنقاذ في معظم أوقات السنة، هو مسعى متهور بشكل عبثي. الرئيس التنفيذي لشركة النفط الفرنسية المتعددة الجنسيات «توتال» (Total) خرج عن سياسة الصناعة التي يعمل بها في العام 2012، وأعرب عن رأيه بأن التنقيب عن النفط في المحيط المتجمد الشمالي يشكل مخاطر بيئية غير مقبولة<sup>(95)</sup> ويجب أن يتوقف.

تشهد بيئة المحيط المتجمد الشمالي بالفعل تغييرات كبيرة. لقد أصيب العلماء بصدمة في العام 2012 عندما اكتشفوا أكبر مجموعة منتشرة من أزهار الطحالب جرى تسجيلها على الإطلاق على الأرض التي كانت تمتد من المناطق المفتوحة من المحيط المتجمد الشمالي تحت الغطاء الجليدي المتبقي - وهي ظاهرة لم يسبق لها مثيل من قبل، وكانت تعتبر من المستحيلات. ويفسر الباحثون السبب المرجح لهذه الظاهرة الجديدة بأن الجليد المتبقي الآن يشكل طبقة رقيقة جدا لدرجة أن أشعة الشمس تخترق المحيط الذي تحتها<sup>(96)</sup> وتوفر طاقة لنمو هذه الطحالب، خصوصا في ظل عدم وجود العديد من البرك المائية التي تغطي سطح هذه الطبقة الجليدية. سوف تشمل عواقب ذوبان القلنسوة الجليدية في القطب الشمالي تأثيرات كبيرة على أنماط الطقس تمتد أقصى الجنوب لتصل إلى داخل المناطق المعتدلة المكتظة بالسكان. امتصاص الحرارة المتزايد بشكل كبير في المحيط المتجمد الشمالي الخالي من الجليد في فصل الصيف ستكون له عواقب بالنسبة إلى موقع وغط<sup>(97)</sup> التيارات المتدفقة الشمالية ومسارات العاصفة خلال مواسم الخريف والشتاء، مما يُعدّل تيارات المحيط وأنماط الطقس في جميع أنحاء نصف الكرة الشمالي، وربما

أبعد من ذلك<sup>(98)</sup>. علاوة على ذلك، إذا كان النمط العالمي المألوف منذ زمن طويل للرياح وتيارات المحيط يُدفع نحو اتخاذ شكل جديد تماما، فإن النمط القديم قد لا يعود إلى الظهور من جديد على الإطلاق.

اليابسة المحيطة بالمحيط المتجمد الشمالي تتعرض هي أيضا لارتفاع درجة الحرارة، مما يذيب التندرا<sup>(\*)</sup> المتجمدة التي تحتوي على كميات هائلة من الكربون الدفين في النباتات الميتة. ومع ذوبان التندرا تسخن هذه النباتات وتتغفن. وتحوّل الميكروبات الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  أو غاز الميثان<sup>(99)</sup>، اعتمادا على كمية الرطوبة في التربة. وتوجد رواسب ضخمة أيضا من غاز الميثان داخل تشكيلات الجليد البلورية المجمدة التي تسمى المشابك (Clathrates) في التندرا، في الجزء السفلي من العديد من البحيرات والبرك الضحلة المجمدة المحيطة بالقطب الشمالي<sup>(100)</sup>، وفي بعض أجزاء من قاع البحر تحت المحيط المتجمد الشمالي. تحمل فقاعات غاز الميثان الطاقة الحرارية إلى الأعلى، ما يذيب الجانب السفلي من الجليد - الذي يزيد بالتالي من امتصاص المياه للحرارة<sup>(101)</sup> عندما تخترق أشعة الشمس طبقة الجليد غير القادرة على عكس تلك الأشعة على الإطلاق.

يكافح العلماء لقياس كمية غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وغاز الميثان التي يمكن أن تنبعث، ولكن المنطقة المعنية شاسعة جدا إلى درجة أن عملهم في غاية الصعوبة. ولكنهم وجدوا بالفعل أن كمية الغازات التي يجري إطلاقها للخارج تجاوزت توقعاتهم<sup>(102)</sup> في هذه المرحلة المبكرة من الاحتراز العالمي.

علاوة على ذلك، اكتشف العلماء في العام 2012 احتمال أن تكون هناك رواسب هائلة من غاز الميثان، تحت الغطاء الجليدي في القطب الجنوبي<sup>(103)</sup>، بكميات ضخمة قد تصل أحجامها إلى حجم غاز الميثان المحبوس حاليا في التندرا في القطب الشمالي والرواسب الساحلية. بما أن المشابك تبقى في مكانها بسبب درجات الحرارة الباردة ودرجات الضغط العالية، فإن ترقق صفائح الغطاء الجليدي في القطب الجنوبي يمكن، وفق ما يخشى العلماء، أن تخفض درجات الضغط تحت الجليد إلى درجة تثير إطلاق غاز الميثان.

(\*) السهل الأجرد في المنطقة القطبية الشمالية [المترجم].

التغيرات الجارية في القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند هي محور دراسة مكثفة يقوم بها العلماء الذين يحاولون حساب المقدار الذي سترتفع به مستويات سطح البحر، ومعدلات ذلك الارتفاع. كلا الغطاءين الجليديين يجري زعزعة استقرارهما ويفقدان كتلا جليدية بمعدل متزايد<sup>(104)</sup>، ما يؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بسرعة أكبر بكثير مما كان متوقعا قبل عقد من الزمن فقط.

طوال تاريخ الحضارة المدنية، كانت البحار ترتفع في مستوياتها ببطء وبلطف مع ارتفاع درجات الحرارة في الفترة الواقعة بين العصور الجليدية التي تسببت في التمدد الحراري لحجم المحيطات، وذوبان بعض الجليد على اليابسة. ولكن مع التراكم السريع لغاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وغازات الاحتباس الحراري الأخرى في الغلاف الجوي خلال نصف القرن الماضي، تسارعت وتيرة الاحترار العالمي وتسارع معها أيضا ذوبان الجليد في كل مكان تقريبا على كوكب الأرض.

من المعروف أن التوقعات بشأن معدل ارتفاع مستوى سطح البحر بالغة الصعوبة، ويعود ذلك جزئيا إلى أن العديد من العلماء يستخدم نماذج معايرة تستفيد من بيانات مستمدة من دراساتهم لانحسار الأنهار الجليدية في نهاية العصر الجليدي الأخير عندما كانت الظروف مختلفة جدا عن تلك التي نواجهها الآن. القياسات الجديدة للكتل الجليدية في جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية التي تتم فوراً عبر الأقمار الاصطناعية سوف تحسّن في القريب العاجل الفهم العلمي لهذه العملية، ولكن هذه القياسات لم تؤخذ إلا منذ بضع سنوات فقط، ويتطلب الأمر مزيداً من الوقت لبناء الثقة فيما تقدمه هذه القياسات للأوساط العلمية. بيد أن عمليات الرصد التي جرت أخيراً في كل من غرب القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند، تؤكد بالفعل<sup>(105)</sup> انحساراً خافئاً ومتسارعاً للجليد. بعد حادثة الذوبان الغربية جدا التي أصابت 97 في المائة من سطح جرينلاند في شهر يوليو من العام 2012، قال بوب كوريل، رئيس لجنة «تقييم أثر المناخ على القطب الشمالي» (ACIA): «لقد كانت صدمة صاعقة بالنسبة إلينا»<sup>(106)</sup>.

جيمس هانسن، هو أحد الذين يتخيلون أننا نشهد عملية أسية (طردية) لخسارة الكتل الجليدية، وأنه نتيجة لذلك، فإن الإحصائية الأكثر أهمية هي الوقت المضاعف للخسارة الملحوظة<sup>(107)</sup>. واستناداً إلى تحليله الأولي للبيانات، يعتقد

هانسن أننا سنشهد على الأرجح ارتفاعا «متعدد الأمتار» في مستوى سطح البحر في هذا القرن<sup>(108)</sup>. ويشير آخرون إلى أن آخر مرة كانت فيها درجات الحرارة على الأرض مرتفعة على الدوام كما هي عليه الآن، كان مستوى سطح البحر أعلى بعشرين إلى ثلاثين قدما مما هو عليه الآن، على الرغم من أن ارتفاع مستوى سطح البحار إلى تلك الدرجة استغرق آلاف السنين<sup>(109)</sup>.

بما أن عددا كبيرا من البلدان كان يقطنه المهاجرون، وفي بعض الحالات المستعمرون، الذين يصلون عن طريق السفن - ولأن خطوط التجارة والتوريد تعتمد بشكل كبير على السفن العابرة للمحيطات - فإن نسبة متفاوتة من كبريات المدن في العالم تقع بالقرب من البحر. في الواقع، 50 في المائة من سكان العالم<sup>(110)</sup> يعيشون ضمن مسافة لا تبعد عن الساحل سوى خمسة عشر ميلا، ووفقا للأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم فإن «سكان الساحل حول العالم يتزايدون أيضا بوتيرة استثنائية. وبالفعل، فإن ما يقارب ثلثي سكان العالم - أي 3.6 مليارات نسمة تقريبا - يعيشون على أو ضمن مسافة تبعد 100 ميل عن الساحل. تشير التقديرات إلى أنه في غضون ثلاثة عقود، سيعيش 6 مليارات نسمة - أي ما يقارب 75 في المائة من سكان العالم - على طول السواحل. وفي معظم أرجاء العالم النامي، هناك تضخم في عدد السكان الذين يقطنون في المناطق الساحلية»<sup>(111)</sup>.

وبالتالي فإن المناطق المنخفضة معرضة بوجه خاص إلى الارتفاعات في مستوى سطح البحر الناجمة بشكل أساسي عن ذوبان وانهيار الكتل الجليدية الكبيرة في القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند. أظهرت دراسة حديثة أجرتها ديبرا بولك<sup>(112)</sup> وزملاؤها في معهد جامعة مدينة نيويورك للأبحاث الديموغرافية أن ما يقرب من 634 مليون شخص يعيشون في مناطق ساحلية منخفضة الارتفاع وأن الدول العشر التي تمتلك أكبر عدد من السكان ممن يعيشون في المناطق المهددة هي: الصين، والهند، وبنغلاديش، وفيتنام، وإندونيسيا، واليابان، ومصر، والولايات المتحدة، وتايلند، والفلبين. علاوة على ذلك، فإن ثلثي المدن في العالم التي يعيش فيها أكثر من خمسة ملايين شخص تقع في مناطق ضعيفة منخفضة الارتفاع على الأقل في أجزاء منها.

بدأ بعض السكان الذين يعيشون على الجزر المنخفضة في المحيط الهادئ والمحيط الهندي وفي مناطق الدلتا الساحلية في الانتقال فعليا<sup>(113)</sup>. وسكان الجزر

الكبرى في كل من الفلبين وإندونيسيا معروضون أيضا للخطر<sup>(114)</sup>. من المتوقع أن ترتفع أعداد لاجئي المناخ<sup>(115)</sup> ويحتمل أن تصل إلى أكثر من 200 مليون شخص<sup>(116)</sup> في هذا القرن، خصوصا بسبب أولئك الذين سيتعين عليهم الابتعاد عن مناطق الدلتا الضخمة في جنوب آسيا، وجنوب شرق آسيا، والصين، ومصر<sup>(117)</sup>. اللاجئون من المناطق الساحلية في بنغلاديش قد تجمعوا بالفعل في العاصمة دكا التي ضاقت بهم، وانتقل العديد منهم نحو أقصى الشمال عبر الحدود<sup>(118)</sup> إلى داخل شمال شرق الهند، حيث أسهم وصولهم في تفاقم التوترات الموجودة أصلا والمبنية على خلافات دينية وصراعات قبلية معقدة. في العام 2012، ولدت هذه الصراعات مخاوف مُعْدِيَة انتشرت عن طريق الرسائل النصية والبريد الإلكتروني إلى داخل المدن في جميع أنحاء الهند<sup>(119)</sup>.

كل هذه المناطق وغيرها مهددة أيضا بالفيضانات المتعلقة بالطقس خلال موجات العواصف ومع اكتساب الأعاصير الأعنف (cyclones) (المعروفة باسم الأعاصير (hurricanes) في الولايات المتحدة) الطاقة من البحار الأكثر حرارة<sup>(120)</sup>. وحتى الزيادات العمودية الصغيرة تتضخم بموجات العواصف التي تحمل مياه المحيط إلى اليابسة<sup>(121)</sup>. ومع العواصف الأعنف تزداد حدة هذه الموجات ويصبح تأثيرها أكبر. في العام 2011، على سبيل المثال، وضعت مدينة نيويورك في حالة تأهب للطوارئ<sup>(122)</sup> مع خطر الإعصار الذي كان يهدد بإغراق نظام قطار الأنفاق. في العام 2012، أغرقت العاصفة الرهيبية ساندي نظام قطار الأنفاق في نيويورك. بنت لندن منذ زمن حواجز بين المحيط ونهر التايمز يمكن إغلاقها لحماية المدينة ضد مثل هذه الموجات العاتية من العواصف<sup>(123)</sup> - على الأقل لفترة من الوقت؛ ويدرس مجلس المدينة بالفعل خططا لاتخاذ مزيد من الخطوات.

كما ذكرنا في الفصل الرابع، فإن الزيادة في النمو السكاني في بقية هذا القرن ستكون بشكل تام في المناطق الحضرية. المدن الأكثر سكانا المعرضة لخطر ارتفاع منسوب مياه البحار<sup>(124)</sup> هي على التوالي: كلكتا، ومومباي، ودكا، وغوانغتشو، ومدينة هو تشي منه، وشنغهاي، وبانكوك، ورائغون، وميامي، وهاي فونغ. المدن ذات الأملاك الأكثر عرضة لارتفاع مستوى سطح البحر<sup>(125)</sup> هي: ميامي، وغوانغتشو، ونيويورك / ونيوآرك، وكلكتا، وشنغهاي، ومومباي، وتيانجين، وطوكيو، وهونغ كونغ، وبانكوك.

بالإضافة إلى ذلك، وكما ذكر أخيراً كبير المستشارين العلميين في المملكة المتحدة، السير جون بدينغتون، فقد هاجر العديد من لاجئي المناخ إلى المدن الساحلية المنخفضة المعرضة لمزيد من الفيضانات ذات الصلة بالمناخ وارتفاع منسوب مياه البحار. فهُم ينتقلون من دون أن يدروا إلى مناطق قد يضطرون إلى النزوح عنها مرة ثانية كلاجئي مناخ<sup>(126)</sup>.

خلافًا للاعتقاد الشعبي السائد، فإن معدل ارتفاع مستوى سطح البحر ليس موحدًا في جميع أنحاء العالم، لأن بعض الصفائح التكتونية التي تستقر عليها اليابسة لاتزال «في حالة ارتداد» ببطء من العصر الجليدي الأخير<sup>(\*)</sup>. الدول الإسكندنافية وشرق كندا، على سبيل المثال، انخفضت بفعل ثقل الغمر الجليدي الأخير، ولا تزال تتحرك ببطء نحو الأعلى بعد تراجع الجليد لفترة طويلة. وعلى العكس، فإن المناطق الواقعة عند الأطراف المقابلة لذات الصفائح التكتونية - أي الدول الساحلية لغرب أوروبا ودول وسط المحيط الأطلسي من الولايات المتحدة، على سبيل المثال - تغرق ببطء، بشكل يشبه تأثير النّواسة (الأرجوحة)<sup>(127)</sup>. والمدن مثل البندقية في إيطاليا، وغالفيستون في تكساس، تتعرض للغرق أيضاً- لمجموعة متشابهة من الأسباب المعقدة<sup>(128)</sup>.

لأن المحيطات الأكثر حرارة تتمدد عندما تنفصل جزيئاتها بعضها عن بعض (أسهم التمدد الحراري للمحيطات إلى حد كبير في الارتفاعات الصغيرة نسبياً في مستوى سطح البحر التي شهدناها حتى الآن)، فإن مناطق المحيط التي تحتوي على تجمعات كبيرة من المياه الأكثر حرارة تُشهد زيادات سريعة أكثر في ارتفاع مستوى سطح البحر - ساحل الولايات المتحدة بين ولاية كارولينا الجنوبية وجزيرة رود، على سبيل المثال<sup>(129)</sup>. ولكن كل الزيادات في مستوى سطح البحر حتى الآن تعتبر لا شيئاً مقارنة بما هو مخبأ للعالم بأسره وفق تحذير العلماء مع تأثير القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند بالزيادات الحادة في درجات الحرارة العالمية التي تترصد بعالمنا. يعاني الكثير من المناطق الزراعية في المناطق الساحلية المنخفضة والمناطق المتاخمة لدلتا الأنهار بالفعل من آثار ارتفاع منسوب مياه البحار بسبب اجتياح

(\*) إضافة إلى ذلك، التبدلات المناخية التي سببتها تغيرات في قوة الجاذبية من الأغشية الجليدية لها تأثيرات ملموسة في الارتفاع النسبي لمستوى سطح البحر في بعض المناطق.

المياه المالحة لمستودعات المياه الجوفية التي تعتمد عليها مزارعهم. في العام 2012، أدى مزيج من ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاض حاد في تدفقات نهر الميسيسيبي الناجم عن الجفاف في الولايات المتحدة، إلى اجتياح المياه المالحة لآبار مياه الشرب ومستودعات المياه الجوفية<sup>(130)</sup> في جنوب ولاية ميسيسيبي.

وتمرّ خصائص مياه البحر نفسها بتبدلات جذرية أيضا من جراء الاحترار العالمي. ما يقرب من 30 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ <sup>(131)</sup> التي يسببها الإنسان ينتهي بها المطاف في المحيطات، حيث تتحلل إلى حمض ضعيف، وتتجمع في كميات هائلة مما جعل بالفعل المحيطات في العالم أكثر حمضية من أي وقت مضى خلال الخمسة والخمسين مليون سنة الأخيرة<sup>(132)</sup>، التي كانت خلال واحدة من حوادث الانقراض الخمس الكبرى السابقة في تاريخ الأرض. ومعدل التخمّض أسرع من أي وقت مضى في الثلاثمائة مليون سنة الماضية<sup>(133)</sup>.

أحد المخاوف المباشرة هو أن ارتفاع مستويات الحموضة إلى درجات أعلى تُخفّض من تركيز أيونات الكربونات التي لا غنى عنها بالنسبة إلى أنواع الكائنات التي تصنع القواقع والشعاب المرجانية. تُصنع كل هذه الهياكل من أشكال مختلفة من كربونات الكالسيوم، التي تقوّتها الكائنات التي تصنع العناقيد المرجانية والقواقع من مياه البحر. ولكن الحموضة المتزايدة في مياه المحيطات تتعارض مع عملية تمّاسك هذه الهياكل الصلبة. تسمى مديرية الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي، جين لوبتشينكو، تخمّض مياه المحيطات بـ «التوأم الشرير» للاحتار العالمي<sup>(134)</sup>.

ارتفاع درجات حرارة المحيطات - الذي يسببه أيضا الاحتار العالمي الذي من صنع الإنسان - يُنْهك بشكل خاص الطحالب الاستثنائية التي تشكل القشرة الملونة البرّاقة للشعاب المرجانية وتعيش بتكافل معقد مع العناقيد المرجانية. عندما ترتفع درجات حرارة المياه إلى معدلات قصوى، تغادر هذه الطحالب الاستثنائية - المعروفة باسم زوزانتلي (وتسمّى أيضا زوكس zoox) - قشرة الشعاب المرجانية، مما يجعلها شفافة وتُظهر الهيكل العظمي الأبيض تحتها. تعرف هذه الحالات بعمليات تبييض المرجان. تستطيع الشعاب المرجانية التعافي من حالات التبييض، ولكن تكرار هذه الحوادث في غضون بضع سنوات يمكن أن يقتل الشعاب المرجانية وهذا الأمر بدأ يحدث بالفعل<sup>(135)</sup>.

للشعاب المرجانية أهمية خاصة، وفق الخبراء، فربع الكائنات المائية التي تعيش في المحيط تُمضي<sup>(136)</sup> على الأقل جزءاً من دورة حياتها داخل الشعاب المرجانية، أو عليها، أو حولها. ما يثير الصدمة، أن العلماء يحذرون من أن العالم في خطر قتل جميع الشعاب المرجانية تقريباً<sup>(137)</sup> في المحيط في غضون جيل واحد. بين عامي 1977 و2001، فَقَدَ البحر الكاريبي 80 في المائة من شعابه المرجانية<sup>(138)</sup>. وكل ما تبقى، على حد قول الخبراء، مُهدّد بالزوال قبل منتصف القرن الحالي. والمصير نفسه يهدد الشعاب المرجانية الموجودة في جميع المحيطات<sup>(139)</sup>، بما في ذلك أكبرها جميعها، وهو الحاجز المرجاني العظيم قبالة الساحل الشرقي لأستراليا. في العام 2012، أعلن المعهد الأسترالي للعلوم البحرية أن نصف الشعاب المرجانية في الحاجز المرجاني العظيم قد تلاشت<sup>(140)</sup> في غضون السنوات السبع والعشرين الماضية فقط. أكثر الشعاب المرجانية المرئية والمألوفة هي الشعاب في المياه الدافئة في أعماق ضحلة نسبياً. ومع ذلك، قد يكون هناك عدد متساو أو حتى أكبر من الشعاب المرجانية في أعماق المياه الباردة. وبسبب عمقها، لم تخضع لمزيد من الدراسة والتوثيق، ولكن يقول العلماء بما أن المياه الأكثر برودة تمتص قدراً من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  أكثر من المياه الدافئة (تماماً كما تبقى علبه الصودا الباردة غازية<sup>(141)</sup> أكثر من علبه الصودا الساخنة)، لذا فإن الكثير من الشعاب في المياه الباردة قد تكون في خطر محقق أكبر<sup>(142)</sup>. يحدو بعض العلماء الأمل أن الشعاب المرجانية قد تنجو مستقبلاً، بيد أن الكثيرين من زملائهم مقتنعون الآن بأن جميع الشعاب المرجانية تقريباً عرضة للزوال بفعل مزيج من الحموضة العالية في المحيطات، وارتفاع درجات الحرارة، والتلوث، والصيد الجائر للأنواع المهمة لسلامة الشعاب المرجانية.

يتعارض الامتصاص المتزايد لغاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في المحيطات أيضاً مع استنساخ بعض الأنواع. ومن بين الكائنات التي تصنع القواقع المعرضة للخطر هي العوالق الحيوانية الصغيرة التي لها قواقع رقيقة جداً والتي تؤدي دوراً مهماً<sup>(143)</sup> في السلسلة الغذائية في قاع المحيطات. على الرغم من أن ذلك يحتاج إلى إجراء مزيد من الأبحاث، فإن الكثير من العلماء مهتمون بما تتعرض له هذه الرابطة المهمة التي تقع في قاعدة السلسلة الغذائية في المحيطات.



بعض مناطق المحيط، بما في ذلك تلك الواقعة قبالة ساحل جنوب كاليفورنيا التي أخذت عينات منها، قادرة على الحثّ في الواقع<sup>(144)</sup>. في المناطق الساحلية من ولاية أوريغون، تقتل مياه البحر التآكلية حديثا المحار ذا القيمة التجارية الثمينة<sup>(145)</sup>. وقد ذكر الخبراء أنه حتى إن توقفت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> التي يسببها الإنسان بطريقة أو بأخرى في المدى القريب، فسيستغرق الأمر عشرات آلاف السنين كي تعود كيمياء المحيطات إلى حالة مماثلة<sup>(146)</sup> لما كانت عليه الحال في فترة ما قبل القرن الماضي.

الاحتثار العالمي والحموضة التي يسببها ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> يزيدان من تفاقم التراجع في الثروات السمكية والتنوع البيولوجي البحري الذي سبق أن سبّته الأنشطة البشرية الأخرى، كالصيد الجائر. ووفقا للأمم المتحدة، ما يقرب من ثلث جميع أنواع الأسماك تُستغل بشكل مفرط في الوقت الحاضر<sup>(147)</sup>. لقد أدى الصيد الجائر، الذي وصفناه في الفصل الرابع، بالفعل إلى استنزاف خطير لنسبة تصل إلى 90 في المائة من الأسماك الكبيرة مثل سمك التونة، وسمك المُرلن، وسمك القد<sup>(148)</sup>.

بعض أساليب الصيد مثل صيد الأسماك بالديناميت (الذي لا يزال يحدث في بعض البلدان النامية ذات الشعاب المرجانية) وجَرّ الشباك في قيعان البحار (وقد تضرّر قاع شمال شرق المحيط الأطلسي على وجه الخصوص بسبب هذه الممارسة) تسبب أضرارا إضافية في النُظم الإيكولوجية للمحيطات المهمة لبقاء الحياة البحرية. على الرغم من أن هناك تجارب ناجحة بشكل لافت في بعض الثروات السمكية في المحيطات، فإن الصورة العامة لاتزال مثيرة للقلق إلى حد كبير. تشكل مجموعة مؤلفة من عدة عوامل تهديدا مشتركا لاستمرار سلامة المحيطات.

إلى جانب الشعاب المرجانية فإن الموائل المحيطية الحرجة مثل غابات شجر المنغروف الاستوائي<sup>(149)</sup> في الكثير من المناطق الساحلية التي تسمى مروج الأعشاب البحرية هي أيضا عرضة للخطر<sup>(150)</sup>. بالإضافة إلى ذلك، فإن عدد المناطق الميئة التي تنمو في المحيطات بالقرب من مصبات نُظم الأنهار الرئيسة تتضاعف كل عشر سنوات<sup>(151)</sup>. التركيزات الكبيرة من النيتروجين والفوسفور الموجودة في المياه

الجارية على سطح الأراضي الزراعية والمياه القذرة تغذي نمو الطحالب، وعندما تلتهم البكتيريا هذه الطحالب، تصبح المناطق الشاسعة من المحيط خالية تماما من الأكسجين، مما يؤدي إلى تكوّن المناطق الميتة.

ومن المفارقات، فإن الجفاف التاريخي الذي حلّ في أمريكا الشمالية في العام 2012 قلّص تدفق المياه من نهر الميسيسيبي إلى خليج المكسيك بشكل كبير - والنتروجين، والفوسفور، وغيرها من المواد الكيميائية التي تحملها المياه عادة - إلى درجة أن المنطقة الميتة الشاسعة التي تمتد من مصب نهر الميسيسيبي<sup>(152)</sup> بدأت تظهر بوضوح مؤقتا.

أصدر المجتمعون في مؤتمر للخبراء في مجال المحيطات عُقد في جامعة أكسفورد في صيف العام 2011 تقريراً عن استنتاجاتهم كمجموعة: «هذا الفحص للتهديدات المتضافرة يؤدي إلى نتيجة مفادها أننا قللنا من شأن المخاطر الكلية وأن التدهور الكلي الحاصل في البيئة البحرية هو أكبر من مجموع التدهور الجزئي فيها، وأن هذا التدهور يحدث الآن بمعدل أسرع مما كان متوقعا... عندما جمعنا كل هذه الأمور مع بعضها، بدا واضحا أننا في وضع قد يؤدي إلى انقراض الكائنات الحية الرئيسة في المحيطات... من الواضح أن القيم الاقتصادية والاستهلاكية التقليدية التي خدّمت المجتمع بشكل جيد في السابق، وعندما نضيف إليها المعدلات الحالية للزيادة السكانية<sup>(153)</sup>، ليست قيما مستدامة».

### التخفيف مقابل التكيف

على مدى ثلاثة عقود على الأقل، كان هناك جدل دائر في الأوساط الدولية حول الأهمية النسبية للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للتخفيف من أزمة المناخ مقارنة بإستراتيجيات للتكيف مع أزمة المناخ. بعض أولئك الذين يحاولون التقليل من أهمية الاحترار العالمي، ويعارضون معظم السياسات التي من شأنها تخفيفه غالبا ما يتحدثون عن التكيف كبديل عن التخفيف.

وهم يروجون للفكرة القائلة إنه مادام الجنس البشري استطاع أن يتكيف مع كل الأوضاع البيئية على هذا الكوكب، فليس هناك سبب يدعونا للاعتقاد بأننا يجب ألا نرضى بعواقب الاحترار العالمي ونشغل أنفسنا في التكيف معها. على سبيل المثال،

قال أخيرا الرئيس التنفيذي لشركة إكسون موبيل، ريكس تيلرسون، في حوار متبادل أثاره الناشط المخضرم ديفيد فينتون: «لقد أفينا حياتنا ونحن نتأقلم»<sup>(154)</sup>، أليس كذلك؟ وبالتالي فإننا سوف نتأقلم مع ذلك».

بالنسبة إلي شخصيا، كنت أرى قبل سنوات عديدة أن الموارد والجهود التي تُصرف من أجل التكيف سوف تُحوّل اهتمامنا بعيدا عن الحملة الشاملة الضرورية للتخفيف من الاحترار العالمي والاستعجال في بناء الإرادة السياسية للحد بشكل حاد من انبعاثات تلوث الاحترار العالمي. لقد كنت على خطأ - ولكن ليس بشأن الراضين الذين سيقترحون التكيف كبديل عن التخفيف، بل بشأن عدم الإدراك الفوري للواجب الأخلاقي الذي يتطلب ممارسة كلتا السياستين في آن واحد، على الرغم من الصعاب التي قد تعترض هذا النهج.

هناك حقيقتان دامغتان يجب إدراكهما في هذا النقاش العالمي حول التكيف والتخفيف: الحقيقة الأولى، هي أن العواقب التي تتمخض حاليا، فضلا عن تلك التي ترسخت بالفعل في نظام المناخ، هي عواقب مدمرة بصفة خاصة للبلدان النامية ذات الدخل المتدني. فقد ارتفعت فعليا وبشكل حاد الميزانيات المخصصة لإصلاح البنية التحتية في البلدان التي تضررت فيها الطرقات، والجسور، وأنظمة المرافق الخدمية بشكل كبير من جراء الأمطار الشديدة والفيضانات والانهيئات الأرضية الناجمة عنها<sup>(155)</sup>. أما البلدان الأخرى فقد هُدت كاهلها موجات الجفاف المتعلقة بالمناخ.

أدى تعطيل الزراعة المعيشية (زراعة الكفاف) بسبب كل من الفيضانات والجفاف إلى ارتفاع حاد في النفقات على واردات المواد الغذائية<sup>(156)</sup> في العديد من البلدان النامية. وأيضاً، وكما ذكرنا سابقاً، فإن بعض البلدان الواقعة في المناطق المنخفضة، تكافح أيضاً بشكل فعلي من أجل نقل اللاجئين من المناطق الساحلية المتضررة من المراحل الأولى من ارتفاع مستوى سطح البحر، فيما تكافح دول أخرى من أجل دمج قوافل اللاجئين<sup>(157)</sup> الذين يصلون إليها مع المجموعات السكانية لديها التي تشهد أصلاً نمواً سريعاً.

بما أن هذه التطورات وغيرها لن تستمر فحسب، بل ستسوء أيضاً، يقع على عاتق العالم في الواقع واجب أخلاقي وضرورة اقتصادية عملية لمساعدة هذه الدول في مسألة

التكثيف. ومما يثير القلق أنه لا يزال يتعين على العالم أن يدرك تماما آثار التلوث الناجم عن الاحترار العالمي الموجود فعليا في الغلاف الجوي. حتى إن خفضنا بشكل كبير من الانبعاثات التي تصدرها اليوم، هناك درجة فھرنهايتية أخرى من الاحترار موجودة بالفعل «في خط الإنتاج»<sup>(158)</sup>، وسوف تتجسد واقعا في السنوات المقبلة. وبعبارة أخرى، هناك الكثير من التغييرات الضارة التي استقرت بالفعل في النظام المناخي عن طريق الزيادة الهائلة في الانبعاثات، ولاسيما التركيز المتزايد للغازات المسببة للاحتباس الحراري في الغلاف الجوي بحيث يصبح التكثيف ضرورة حتمية - حتى مع استمرارنا في بناء الإجماع السياسي العالمي اللازم لمنع أسوأ العواقب من الحدوث. ليس أمامنا أي خيار سوى ممارسة كلتا المجموعتين من السياسات في آن واحد.

ولكن الحقيقة الثانية التي يجب إدراكها في هذا النقاش لاتزال بكل المقاييس الواجب الأقوى على الإطلاق: ما لم نبدأ بسرعة بتخفيض تلوث الاحترار العالمي، فإن العواقب ستكون مدمرة إلى درجة سيكون التكثيف معها مستحيلا في نهاية المطاف في معظم مناطق العالم. على سبيل المثال، بدأت الانبعاثات المرتفعة لغازات الاحتباس الحراري بالفعل تسبب تغيرات واسعة النطاق في أنماط دوران الغلاف الجوي<sup>(159)</sup> ومن المتوقع أن تجلب معها حالات جفاف خطيرة وطويلة الأمد بشكل لا يمكن تصوّره إلى مساحة واسعة من المناطق ذات الكثافة السكانية العالية والمنتجة زراعيًا، تشمل كلا من جنوب وجنوب وسط أوروبا، وجزر البلقان، وتركيا، والقرن الأفريقي الجنوبي، ومعظم أرجاء باتاغونيا، والقسم الجنوبي الشرقي من أستراليا المأهول بالسكان، وجنوب غرب الولايات المتحدة، وقسم كبير من الغرب الأوسط الأعلى، ومعظم أرجاء المكسيك وأمريكا الوسطى، وفنزويلا وأجزاء شاسعة من حوض الأمازون الشمالي، وأجزاء مهمة من آسيا الوسطى والصين.

يتطلب المنطق العلمي وراء هذا السيناريو المدمر بعض التفسير. الطبيعة الأساسية لنظام المناخ العالمي، عند رؤيتها من منظور كلي، فإنها تعمل بمنزلة محرك لإعادة توزيع الطاقة الحرارية: من خط الاستواء باتجاه القطبين، وبين المحيطات واليابسة، ومن الطبقة السفلية للغلاف الجوي إلى طبقته العلوية ذهابا وإيابا. الزيادة الكبيرة في الطاقة الحرارية المحبوسة في الطبقة السفلية من الغلاف الجوي تعني - بديها - أن نظام الغلاف الجوي أصبح أكثر طاقة.

في نصف الكرة الشمالي، يعمل محرك المناخ هذا على نقل الطاقة الحرارية من الجنوب إلى الشمال في التيار الدافئ لخليج المكسيك (Gulf Stream) - الذي يعتبر المكوّن الأكثر شهرة لما يسمى بالحزام الناقل للمحيط، أي قطاع موبوس (MÖBIUS Strip) - مثل حلقة تربط جميع محيطات العالم. وتشمل المكونات الأخرى التيارات العميقة التي تعبر على طول قاع المحيط، وتعيد توزيع الماء البارد من القطبين إلى خط الاستواء، حيث تعود إلى سطح المحيط. أكبر هذه التيارات هو التيار المداري المحيط بالقطب الجنوبي، الذي يدور حول القارة القطبية الجنوبية ويغذي تيار هومبولت السطحي الضحل<sup>(160)</sup> (Humboldt)، الذي يتدفق من المحيط الجنوبي باتجاه الشمال على طول الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية ويتدفق إلى الأعلى - محملاً بالمغذيات - لتغذية التجمع الغني للحياة البحرية قبالة ساحل البيرو؛ والتيار الأقل شهرة، وهو التيار البارد العميق الذي يعبر من الشمال إلى الجنوب من منطقة في شمال المحيط الأطلسي على مقربة من جنوب غرينلاند، تحت تيار خليج المكسيك الدافئ، ويعود إلى مياه المحيط الأطلسي الاستوائية.

ويُعاد توزيع الطاقة أيضاً بواسطة الأعاصير، والعواصف الرعدية، والأنماط التي تأتي كل بضع سنوات مثل ظاهرة النينو (El Nino) / النينيا (La Nina) المتناوبة (المعروفة لدى العلماء باسم ENSO) أو النينو (El Nino) / التذبذب الجنوبي). وعلاوة على ذلك، فإن كل هذه التحويلات في الطاقة تتأثر بتأثير كوريوليس (Coriolis effect)، الذي يحركه دوران الأرض حول محورها، من الغرب إلى الشرق.

### خلايا هادلي

حتى وقت قريب، لم تلق العلاقة بين الاحترار العالمي وأنماط الغلاف الجوي التي تحرك الطاقة عمودياً للأعلى وللأسفل في الغلاف الجوي إلا اهتماماً قليلاً نسبياً. ما يسمى بخلايا هادلي التي تمتد عبر المناطق المدارية وشبه المدارية ليست سوى دارات من تيارات هوائية أسطوانية الشكل تدور حول الكوكب على جانبي خط الاستواء، أشبه بخطوط أنابيب عملاقة تتدفق عبرها الرياح المتبادلة<sup>(161)</sup> من الشرق إلى الغرب.

ترتفع تيارات الرياح الدافئة والرطبة من الأرض عموديا إلى السماء في كلا هذين النوعين من الخلايا عند نهاية كل دائرة مُتَعاقبة قريبة من خط الاستواء. عندما يصل صعودها إلى الجزء العلوي من طبقة التروبوسفير (وهي الطبقة العلوية من الغلاف الجوي السفلي، ويصل ارتفاعها إلى نحو عشرة أميال في المناطق الاستوائية)، تتجه كل دائرة نحو القطب - وهذا يعني أنها تتجه شمالا في خلية نصف الكرة الشمالي وجنوبا في خلية نصف الكرة الجنوبي. في الوقت الذي تصل فيه هذه التيارات إلى أعلى طبقات السماء، يسقط معظم الرطوبة التي كانت تحملها معها إلى الأعلى عائدا<sup>(162)</sup> إلى الأرض على شكل أمطار في المناطق المدارية.

في ذروة صعودها، يبدأ كل تيار من هذه التيارات الهوائية بالتدفق نحو القطب على طول الجزء العلوي من التروبوسفير ويقطع مسافة تقارب ألفي كيلومتر (نحو 30 درجة من خط العرض)، إلى أن تُفَرِّغ كل شحنتها من الحرارة. بعد ذلك يبدأ بالهبوط العمودي كتيار منخفض أكثر جفافا وبرودة. عندما تصل كل دائرة السطح مرة أخرى، فإنها تعود مرة أخرى نحو خط الاستواء، لتعيد شحن نفسها بالحرارة والرطوبة أثناء عبورها سطح الأرض. ومع عودتها إلى خط الاستواء تكون قد أكملت دارتها وتكرر الدورة من جديد بالارتفاع عموديا مرة أخرى، وهي محملة مرة أخرى بالحرارة وبخار الماء<sup>(163)</sup>.

ونتيجة للتيار المنخفض الجاف لخلايا هادلي، فإن المناطق على الأرض التي تبعد 30 درجة شمالا و30 درجة جنوبا عن خط الاستواء هي مناطق معرضة بشكل كبير للتصحّر. معظم المناطق الأكثر جفافا على الأرض، بما في ذلك أكبر الصحارى على كوكب الأرض، وهي الصحراء الكبرى، تقع تحت تأثير هذه التيارات المنخفضة الجافة<sup>(164)</sup> (تشمل العوامل الأخرى التي تسهم في موقع الصحارى «ظلال المطر» للسلاسل الجبلية<sup>(165)</sup> - وهي مناطق قمم الجبال الواقعة باتجاه الرياح السائدة ترتفع عندما تضرب الجانب المواجه للرياح من الجبال وتفقد رطوبتها قبل الهبوط كتيارات منخفضة جافة على الجانب البعيد عن مهب الرياح. بالإضافة إلى ذلك، فإن موقع الصحارى يتأثر بما يسميه علماء الجغرافيا بالوضع القاري<sup>(166)</sup> (continentality) - الذي يعني أن المناطق الواقعة في وسط القارات الكبيرة تتلقى عادة نسبة أقل من الرطوبة لأنها بعيدة عن المحيطات). ولكن من منظور عالمي، فإن العامل الأقوى في إحداث التصحّر هو التيارات المنخفضة لخلايا هادلي<sup>(167)</sup>.

المشكلة - التي طالما تنبأ بها علماء المناخ عبر نماذج حاسوبية وبدأوا يلحظونها الآن في العالم الواقعي - هي أن الاحترار الهائل للغلاف الجوي يغير مواقع هذه التيارات المنخفضة العالمية الكبيرة، ويبعدها عن خط الاستواء وباتجاه القطبين، مما يوسع المنطقة شبه الاستوائية ويزيد من حدة الجفاف فيها. وفي الواقع، فقد تحرك التيار المنخفض في نصف الكرة الشمالي فعليا في اتجاه الشمال بمعدل 3 درجات على خطوط العرض - 210 أميال تقريبا - علما أن هذه القياسات لاتزال غير دقيقة. التيار المنخفض لخلايا هادلي في جنوب خط الاستواء تحرك أيضا في اتجاه القطب<sup>(168)</sup>.

هناك عدة نظريات تفسر سبب إحداث الاحترار العالمي تحولًا في خلايا هادلي<sup>(169)</sup>، وجميعها نظريات غير مؤكدة بعد. التسخين الشمسي للغلاف الجوي السفلي في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية هو أكبر بكثير من أي مكان آخر على هذا الكوكب لأسباب واضحة: تضرب أشعة الشمس الأرض بزاوية مستقيمة على مدار السنة. وعلى أساس النسبة المئوية، فإن درجات حرارة السطح ترتفع بشكل أسرع في خطوط العرض العليا لأن ذوبان الجليد والثلج يغير بشكل جذري انعكاسية السطح<sup>(\*)</sup>، وبالتالي يزيد من امتصاص الطاقة الحرارية. وهذا يعني، ضمن أمور أخرى، أن الفرق في متوسط درجات الحرارة<sup>(170)</sup> بين المناطق الاستوائية والمناطق القطبية يتضاءل مع مرور الوقت - وهذا له عواقب أيضا على التوازن المناخي.

ومع ذلك، فإن الكميات الأكبر من الطاقة الحرارية الإجمالية التي يجري امتصاصها عند منتصف خطوط العرض لاتزال أكبر بكثير، وتتسبب في ارتفاع الهواء الأكثر سخونة (وبالتالي الأقل كثافة) في المناطق الاستوائية إلى مستويات أعلى. ونتيجة لذلك، ترفع الحرارة الزائدة الجزء العلوي من طبقة التروبوسفير في الغلاف الجوي، حيث تنحرف تيارات الرياح عن مسارها العمودي بزاوية قائمة وتبدأ ترحالها نحو القطب.

يحرك اتساع خلايا هادلي<sup>(171)</sup> الحركة المنخفضة لمساره الدائري إلى مسافة أبعد شمالا في نصف الكرة الشمالي وجنوبا في نصف الكرة الجنوبي. وكما هي الحال

(\*) سبب آخر هو أنه عند الارتفاعات المنخفضة يذهب قسم أكبر من الطاقة المحبوسة إلى عملية التبخير (التبريد التبخري) بدلا من تسخين الهواء.

مع العديد من الحقائق المتصلة بظاهرة الاحترار العالمي، وفيما يبدو هذا الأمر تقنيا وربما مجردا، فإن العواقب الحقيقية بالنسبة إلى البشر، والحيوانات، والنباتات وخيمة جدا.

بالنسبة إلى المناطق التي تتعرض الآن لهذا التيار المنخفض، فإن الأمر أشبه بمن يجلس تحت مجفف شعر عملاق في السماء. فالنتائج لا تشمل فقط مزيدا من الجفاف المتكرر والشديد، وإنما تشمل أيضا أنماطا متواصلة من الجفاف الذي يحتمل أن يؤدي إلى التصحر في العديد من البلدان الواقعة على خط النار. فضلا على أن معظم المناطق المتضررة، مثل جنوب أوروبا وأستراليا وجنوب أفريقيا، وجنوب غرب الولايات المتحدة، والمكسيك - تعيش بالفعل على شفير نقص المياه المستمر على أي حال<sup>(172)</sup>.

كلمة «الصحراء» desert، بالمناسبة، مشتقة من علاقة الناس مع الأرض المعنية: الصحراء (desert) يهجرها deserted الناس<sup>(\*)</sup>. فكر مليا بأهمية أن تتحول اليونان، وإيطاليا، والهلال الخصيب - التي كانت مهدا للحضارة الغربية - إلى صحارى بفعل تغيير الإنسان للميزة المناخية الطبيعية نفسها<sup>(173)</sup> التي خلقت بداية الصحراء الكبرى قبل 7300 سنة خلت.

يخضع التيار المتدفق الذي يتحكم في موقع مسارات العواصف في معظم أمريكا الشمالية وأوراسيا أيضا لتأثيرات الاحترار الحراري في أنماط دوران الغلاف الجوي وأنماط الطقس العشوائية على نحو غير عادي عند خطوط العرض هذه في السنوات الأخيرة. هناك بالفعل اثنان من هذه التيارات المتدفقة في كلا نصفي الكرة الأرضية - تيار متدفق شبه استوائي يجري من الشرق إلى الغرب على طول الحافة المتجهة نحو القطب للدائرة الأسطوانية لخلايا هادلي (الرياح التبادلية)، وما يسمى بالتيار المتدفق القطبي - الذي يجري من الغرب إلى الشرق على الجانب المتجه نحو القطب للمجموعة الثانية من التيارات الهوائية ذات الدائرة الأسطوانية للغلاف الجوي المعروفة باسم خلايا فيريل<sup>(174)</sup>.

موقع التيار المتدفق القطبي الشمالي (الذي يسميه الأمريكيون الشماليون والأوراسيون عادة بالتيار النفاث the jet stream) يتحدد في جزء منه بجدار الهواء

(\*) العلاقة اللفظية في اللغة الإنجليزية بين الاسم desert «صحراء» والفعل desert «يهجر» [المترجم].



البارد الذي يمتد باتجاه الجنوب من الدائرة القطبية الشمالية. ولكن في السنوات الأخيرة، أدى ذوبان القلنسوة الجليدية في القطب الشمالي إلى امتصاص الكثير من الحرارة الزائدة هناك إلى درجة أن الحدود الشمالية للتيار المتدفق الذي يجري عبر شمال أمريكا وأوراسيا يبدو أنه قد غير موقعه بشكل جذري وعميق - مغيراً مسارات العواصف، وساحبا الهواء القطبي الشمالي البارد باتجاه الجنوب في فصل الشتاء، ومحدثا خلافاً<sup>(175)</sup> في أنماط هطول الأمطار.

تحدد كل آليات نقل الطاقة هذه - الرياح والتيارات المحيطية، والعواصف، والأعاصير، وخلايا التيارات الهوائية في الغلاف الجوي - شكل وتصميم نمط المناخ على الأرض الذي ظل مستقرا نسبيا وثابتا إلى ما قبل بدء الثورة الزراعية بفترة وجيزة. حتى الآن يطرأ تغيير بفعل الاحترار العالمي على كل موازين الطاقة التي تحدد معالم هذا الظرف المناخي، ويعمل على تكثيف وتغيير مواقع الظواهر الجوية التي تعودناها.

بعض هذه الموازين يخضع إلى درجة من التغيير يخشى فيها العلماء أن تصبح خارج النمط المألوف لدينا وينقلب إلى نمط جديد كلية من شأنه أن ينتج ظواهر جوية تتميز بكثافات، وتوزيعات، وتوقيتات غير مألوفة بتاتا بالنسبة إلينا، وغير منسجمة مع الافتراضات التي بنينا عليها حضارتنا.

على سبيل التوضيح، خذ حزاما من الجلد وأمسك كل طرف بيد، ثم ضم يديك معا إلى أن تتشكل عقدة بالحزام متجهة نحو الأعلى. ومع تحريكك ليديك وتغييرك لالتواء المعصمين، سيتغير شكل عقدة الحزام ولكنها ستظل في الشكل الأساسي نفسه. ولكن إذا لويت معصميك أكثر من ذلك بقليل، فسوف تنقلب العقدة فجأة إلى نمط أساسي جديد مع اتجاه العقدة إلى الأسفل بدلا من الأعلى. التغيرات في المناخ التي عرفناها دائما، على كِبَرِ حجمها، تشبه التغيرات في عقدة الحزام المتجهة نحو الأعلى. وستبقى هناك تغييرات مماثلة إذا كانت العقدة باتجاه الأسفل، ولكن إذا دفعنا بحدود العقد إلى درجة تجعلها تأخذ نمطا جديدا تماما، فستكون العواقب على مناخنا وخيمة بالفعل. لقد واجهنا حتى الآن مفاجآت غير مُحَبَّذَة في التجارب التي أجريناها على تغيير التركيب الكيميائي للغلاف الجوي للأرض. أثار الظهور المفاجئ لثقب الأوزون في الطبقة العلوية من الغلاف الجوي (الستراتوسفير) الذي يضاهاي حجم قارّة

فوق المنطقة القطبية الجنوبية في ثمانينيات القرن العشرين شبح خطر قاتل يهدد العديد من أشكال الحياة على الأرض، لأنه يسمح للأشعة فوق البنفسجية القوية التي تحجبها عادةً طبقة الأوزون في الطبقة العلوية من الغلاف الجوي من الوصول إلى السطح. ولو لم يوقف في الحقيقة التدمير التدريجي لطبقة الأوزون في الطبقة العلوية من الغلاف الجوي، لكانت انتشرت على حد قول العلماء إلى طبقة الستراتوسفير في الغلاف الجوي فوق المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.

على الرغم من أن ثقب الأوزون فوق القطب الجنوبي دام لفترة شهرين تقريباً من كل عام، فإنه بدأ بالفعل في إنتاج ترقق طفيف في الأوزون<sup>(176)</sup> في طبقة الستراتوسفير المحيطة بالكوكب بأسره. وقد حذر العلماء في ذلك الوقت من أنه إذا استمر تركيز المواد الكيميائية التي تسبب تدمير الأوزون في التراكم، فإن عملية الترقق الخطيرة هذه سوف تتسارع، لا بل قد يتشكل ثقب أوزون أكثر خطورة فوق القطب الشمالي بشكل منتظم<sup>(177)</sup>.

لحسن الحظ، وبعد هذا الاكتشاف المخيف على الفور تقريباً، ساعد كل من الرئيس الأمريكي رونالد ريغان ورئيسة الوزراء البريطانية مارغريت تاتشر في تنظيم مؤتمر عالمي في العام 1987 للتفاوض والموافقة بسرعة على معاهدة (بروتوكول مونتريال) تتطلب الإلغاء التدريجي لمجموعة المواد الكيميائية الصناعية - التي تشمل غازات الاحتباس الحراري الشهيرة، مركبات الكربون الكلورية الفلورية (CFCs) - التي أثبت اثنان من العلماء، شيرود رولاند وماريو مولينا، بشكل قاطع في العام 1974 أنها كانت تتفاعل مع حالات الغلاف الجوي الفريدة من نوعها<sup>(178)</sup> في طبقة الستراتوسفير الباردة فوق القطب الجنوبي لإنتاج هذا التدمير التدريجي لطبقة الأوزون الواقية التي تحمي البشر وأشكال الحياة الأخرى من الأشعة فوق البنفسجية القاتلة.

حتى إن كان بروتوكول مونتريال يُعتبر نجاحاً تاريخياً، من المهم أن نفهم أولاً الآلية الدقيقة التي أدت من خلالها هذه المواد الكيميائية إلى حدوث ثقب الأوزون في طبقة الستراتوسفير - بسبب المخاطر الجديدة التي تهدد طبقة الأوزون الناجمة عن الاحترار العالمي. فبادئ ذي بدء، هناك مجموعة ثالثة وأخيرة من خلايا الغلاف الجوي من حلقات التيارات الهوائية الأسطوانية في كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي، تسمى الخلايا القطبية، التي تشكل الرياح ضمنها دوامة حول كل قطب.

الدوامة القطبية الجنوبية هي أقوى بكثير وأكثر تماسكا، وخاصة في فصل الشتاء الجنوبي، لأن القارة القطبية الجنوبية هي يابسة يحيط بها المحيط - بينما القارة القطبية الشمالية هي محيط تحيط به اليابسة - وفيما يكون محيط القطب الشمالي مغطى - في فصل الشتاء على الأقل - بطبقة رقيقة من الجليد لا تزيد سماكتها على بضع أقدام فقط، تكون القارة القطبية الجنوبية على مدار السنة مغطاة بجليد تبلغ سماكته كيلومترين. وهذا ما يجعلها أيضا القارة التي تمتلك أعلى معدل ارتفاع، وهذا يعني أنها أقرب إلى قمة السماء وتعيد إشعاع أشعة الشمس المنعكسة إلى الفضاء بقوة أكبر<sup>(179)</sup>. وبالتالي، فإن الهواء فوق القارة القطبية الجنوبية أكثر برودة بكثير من أي مكان آخر على وجه الأرض، وهذا يُنتج بشكل استثنائي تركيزات عالية من بلورات الجليد في طبقة الستراتوسفير هناك.

الدوامة المحكمة الإغلاق التي شكلتها الرياح القطبية في القطب الجنوبي خلال فصل الشتاء تثبت مركبات الكربون الكلورية الفلورية (CFCs) وبلورات الجليد في مكانها فوق القارة، مثل طبق تقريبا. وعلى سطح بلورات الجليد بالذات تتفاعل مركبات الكربون الكلورية الفلورية مع الأوزون في الستراتوسفير. ولا بد من وجود مكون مهم آخر قبل حدوث التفاعل الكيميائي الذي يدمر طبقة الأوزون: وهو قليل من أشعة الشمس.

في نهاية فصل الشتاء في نصف الكرة الجنوبي، في نحو منتصف شهر سبتمبر، عندما تضرب أشعة الشمس الأولى بلورات الجليد الموجودة في هذا «الطبق»، تتم إثارة التفاعل الكيميائي. ومن ثم ينتشر بسرعة، ويدمر تقريبا كل الأوزون في الغلاف الجوي العلوي (الستراتوسفير) داخل الطبق. وعندما يمتص الغلاف الجوي مزيدا من الحرارة، تضعف الدوامة التي شكلتها تيارات الرياح ويتفكك الطبق، مما يشير إلى نهاية ثقب الأوزون لتلك السنة. في بعض الأحيان تتحرك بعض الفقاعات الهوائية الكبيرة الخالية من الأوزون في اتجاه الشمال، مثل الفقاعات الموجودة في مصباح الحمم القديم الذي كان شائع الاستخدام في ستينيات القرن العشرين - مما يعرض المناطق المأهولة في نصف الكرة الجنوبي مثل أستراليا وباراغوايا إلى مستويات عليا من الأشعة فوق البنفسجية<sup>(180)</sup> عندما لا يعود بمقدور الهواء الذي يحمل تركيزا ضعيفا من الأوزون<sup>(181)</sup> تأمين حجاب لأولئك الذين على السطح.

استنفاد طبقة الأوزون في الغلاف الجوي العلوي وظاهرة الاحترار العالمي لطالما نُظر إليهما على أنهما ظاهرتان منفصلتان تماماً، ولكن في العام 2012 اكتشف العلماء أن الاحترار العالمي يصدر تهديداً غير متوقع وغير مرحب به لطبقة الأوزون في الستراتوسفير - وهذه المرة فوق المناطق ذات الكثافة السكانية العالية في المناطق المعتدلة من نصف الكرة الشمالي.

تماماً مثلما تسبب الطاقة الحرارية الإضافية الممتصة في المناطق المدارية تصاعد التيارات الهوائية لخلايا هادلي إلى الأعلى لدفع الجزء العلوي من طبقة التروبوسفير إلى مستوى أعلى، فإن الطاقة الحرارية الإضافية التي يجري امتصاصها في المنطقة المعتدلة من نصف الكرة الشمالي تسبب مزيداً من العواصف الرعدية التي تخترق الجزء العلوي من الغلاف الجوي (الستراتوسفير)، وتحقق بخار الماء في طبقة الستراتوسفير<sup>(182)</sup>، حيث يتجمد في تركيزات جديدة وخطيرة من بلورات الجليد - وبالتالي يهيئ الظروف لإثارة عملية فقدان الأوزون في الستراتوسفير من خلال توفير السطوح التي يمكن أن تتلامس عليها مركبات الكربون الكلورية الفلورية التي لاتزال في الغلاف الجوي مع الأوزون في الستراتوسفير وأشعة الشمس لتدمير طبقة الأوزون الواقية. وقد بدأت هذه الظاهرة الجديدة بالظهور في وقت تزداد فيه برودة طبقة الستراتوسفير أيضاً، في تناسب عكسي مع ارتفاع درجة حرارة طبقة الغلاف الجوي السفلية. لطالما تنبأت النماذج المناخية، بأن التبريد في طبقة الستراتوسفير هو نتيجة لمحاولة الغلاف الجوي للأرض الحفاظ على «توازن» الطاقة لديه<sup>(183)</sup>. ولا بد من بذل مزيد من الجهود قبل أن نستطيع فهم هذه المفاجأة المقلقة بشكل كامل تماماً، ولكنها توضح بالفعل تهور هذه «التجربة الكواكبية» التي تقوم بها الإنسانية. إننا لا نلعب بالنار فقط، بل نلعب بالجليد أيضاً. وكما كتب روبرت فروست: «يقول البعض إن العالم سينتهي في النار؛ فيما يقول البعض الآخر إنه سينتهي في الجليد»<sup>(184)</sup>. ويردف قائلاً إن أياً منهما «سيكون كافياً».

### التجارب الأخطر

أول من طرح فكرة أننا نشارك في تجربة غير مخطط لها مع الكوكب هو روجر ريفيل، الذي كان أستاذاً ومعلماً الخاص حول ظاهرة الاحترار العالمي. في العام

1957، كتب ريفيل مع مؤلف مشارك له، هانز سوس، أن «البشر يُجرون الآن تجربة جيوفيزيائية واسعة النطاق». كما ذكر أيضا أن «زيادة ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في الغلاف الجوي [بسبب احتراق الوقود الأحفوري] هي في الوقت الحاضر قليلة لكنها قد تصبح كبيرة خلال العقود المستقبلية إذا استمر احتراق الوقود الصناعي بالارتفاع على نحو مطرد»<sup>(185)</sup>.

كلمة «تجربة» تستحق قليلا من التأمل. هناك محظورات أخلاقية ضد التجارب البشرية التي تعرض حياة الآخرين للخطر أو تضر على نحو خطير بأولئك الذين يخضعون لهذه التجارب. بما أن هناك ملايين الأرواح المعرضة للخطر من جراء «التجريب العشوائي» الذي يغير جذريا الغلاف الجوي للأرض ويهدد مستقبل الحضارة البشرية، فلا بد بالتأكيد من تطبيق المبدأ الأخلاقي نفسه.

بدأ علم المناخ قبل أكثر من 150 عاما<sup>(186)</sup> عندما اكتشف العالم الإيرلندي الأسطوري جون تيندال أن غاز ثاني أكسيد الكربون يحبس الحرارة. الآلية الفعلية التي يحدث بها هذا الأمر معقدة أكثر من الاستعارة الشعبية لعبارة «ظاهرة الاحتباس الحراري»؛ تمتص الروابط التي تجمع ذرات جزيء ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  الطاقة وترسلها شعاعيا في موجات الأشعة تحت الحمراء، مما يعيق تدفق الطاقة من السطح نحو الخارج في اتجاه فضاء يشبه إلى حد كبير البطانية.

ولكن العواقب هي نفسها - ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في الغلاف الجوي، مثل زجاج الدفيئة، يحتفظ بالحرارة التي تأتي من الشمس. الاكتشاف التاريخي الذي توصل إليه تيندال حدث في العام ذاته (1859) الذي قام فيه العقيد أدوين دريك بحفر أول بئر نفطية في ولاية بنسلفانيا<sup>(187)</sup>.

بعد سبعة وثلاثين عاما، في العام 1896، استشهد العالم الكيميائي السويدي سفانتي أرينيوس بتيندال في ورقة بحث بارزة تناول فيها السؤال التالي: «هل يتأثر متوسط درجة الحرارة على الأرض بأي شكل من الأشكال بوجود الغازات التي تمتص الحرارة في الغلاف الجوي؟»، أجرى أرينيوس أكثر من 10 آلاف عملية حسابية باليد من أجل التوصل إلى استنتاجه أن تضاعف تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ <sup>(188)</sup> في الغلاف الجوي من شأنه أن يرفع المعدل العالمي لدرجات الحرارة عدة درجات مئوية.

في النصف الثاني من القرن العشرين، وفي خضم تفجر عمليات التصنيع في فترة ما بعد الحرب، نشطت الأبحاث في مجال الاحترار العالمي إلى حد كبير. دفعت السنة الجيوفيزيائية الدولية لعام 1957 - 1958 كلا من روجر ريفيل وتشارلز ديفيد كيلينغ إلى تأسيس مشروع تاريخي للبدء بقياس منهجي طويل الأجل لتركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في الغلاف الجوي العالمي. وكانت النتائج مذهلة. بعد بضع سنوات فقط من القياسات أصبح من الواضح أن تركيز الغاز يزداد بشكل مطرد بكمية كبيرة<sup>(189)</sup>، وهذه النتيجة أكدت في السنوات التالية بواسطة تركيب محطات رصد في جميع أنحاء العالم.

لأن معظم مساحة اليابسة والنباتات النفضية تقع في نصف الكرة الشمالي، يُظهر تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  دورة سنوية من امتصاص وإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  من قبل المحيط الحيوي الأرضي، والذي تكون بكميات أضخم بكثير في شمال خط الاستواء مما هو عليه في الجنوب. ونتيجة لذلك، فإن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في نصف الكرة الشمالي يرتفع في فصل الشتاء (عندما يكون امتصاص الأشجار والأعشاب لغاز ثاني أكسيد الكربون منخفضاً) وينخفض في فصل الصيف (عندما تسحب الأشجار والأعشاب غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  مرة ثانية من الهواء).

بيد أن الملاحظات أظهرت أيضاً بوضوح أن التركيز الكلي لغاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  على مدار هذه الدورة الموسمية السنوية كان يتحول باطراد نحو الأعلى<sup>(190)</sup>. بعد السنوات السبع الأولى من القياسات الاستثنائية المشمولة فيما يُعرف الآن باسم منحنى كيلينغ (Keeling Curve)، كانت الدرجة الدنيا في الدورة السنوية بالفعل أعلى من الدرجة العليا عندما بدأت القياسات. بعد ستة وخمسين عاماً، لاتزال هذه القياسات تجري بشكل يومي، من قمة بركان ماونا لوا Mauna Loa<sup>(\*)</sup>؛ وفي القطب الجنوبي؛ وفي ساموا الأمريكية؛ وفي نتوء ترينيداد البحري في كاليفورنيا؛ وفي بارو في ألاسكا. بالإضافة إلى ذلك، هناك ستون مجموعة «تعاونية» موزعة» أخرى من القياسات<sup>(191)</sup>، تشمل الصور الجانبية التي تلتقطها الطائرات، والمقاطع العرضية للسفن، والمناطيد، والقطارات. وبالمناسبة، يُشرف على المشروع

(\*) في جزيرة هاواي [المترجم].

حاليا عالم بارز، هو رالف كيلينغ، الذي صادف أن يكون نجل ديف. وهو الآن يرصد أيضا الانخفاض الطفيف ولكن الثابت في تركيز الأوكسجين في الغلاف الجوي - الذي لا يدعو إلى القلق بحد ذاته، ولكنه يعتبر تصديقا آخر على صحة علم المناخ الأساسي، الذي تنبأ بهذه النتيجة منذ زمن طويل، وطريقة فعالة<sup>(192)</sup> للتأكد من دقة قياسات غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>.

بعد عشر سنوات من بدء ريفيل وكيلينغ قياس غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> في الغلاف الجوي، كان لي الشرف في أن أصبح أحد طلبة ريفيل في الجامعة وكنت معجبا بشدة بالوضوح الذي وصف به هذه الظاهرة والبصيرة التي توقع بها ماذا سيحدث في المستقبل إذا ما استمرت هذه الزيادة المطردة في احتراق الوقود الأحفوري وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> الناجمة عنها.

بعد عقد من الزمان من مغادرة الجامعة، بدأت عقد جلسات استماع في الكونغرس حول الاحترار العالمي، وفي العامين 1987 و1988، رشحت نفسي لمنصب رئيس البلاد من أجل صب مزيد من الاهتمام بضرورة إيجاد حل لأزمة المناخ. في شهر يونيو من العام 1988، أدلى عالم وكالة الفضاء الأمريكية ناسا جيم هانسن بشهادته بأن الدليل على تسبب الإنسان في الاحترار العالمي أصبح مُعتمدا إحصائيا في ملاحظات ارتفاع درجات الحرارة في العالم. وبعد ستة أشهر، في ديسمبر، أسست الأمم المتحدة هيئة علمية عالمية - وهي اللجنة المؤلفة من المنظمات الحكومية الخاصة بتغير المناخ (IPCC) - لتوفير ملخصات معتمدة عن الأدلة التي اكتُشفت في الدراسات العلمية في جميع أنحاء العالم.

اليوم، وبعد ربع قرن من بدء اللجنة الخاصة بتغير المناخ IPCC عملها، أصبح الإجماع العلمي الدولي يؤكد استمرار هيمنة الأنشطة البشرية في التسبب في ظاهرة الاحترار العالمي قويا إلى درجة موازية لأي إجماع آخر جرى التوصل إليه في أي وقت مضى في مجال العلوم. إن الخطر حقيقي، وهو مرتبط في المقام الأول بالأنشطة البشرية، وهو أمر خطير، يتطلب استجابة عاجلة في مسألة الحد بشكل كبير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. كل كلية وطنية للعلوم وكل مجتمع علمي رئيس في العالم يدعم وجهة النظر هذه المتفق عليها بالإجماع.

في بيان مشترك في العام 2009، أعلنت الأكاديميات الوطنية للدول الثماني العظمى G8<sup>(193)</sup> وخمس دول أخرى، «ضرورة القيام بإجراءات عاجلة للتصدي لتغير المناخ الذي أصبح الآن أمرا غير قابل للجدال»<sup>(194)</sup>. وفقا لدراسة معتمدة من قبل خبراء في هذا المجال نُشرت في «وقائع أعمال الأكاديمية الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة»، فإن «97 - 98 في المائة من الباحثين في مجال المناخ<sup>(195)</sup> والذين ينشرون أبحاثا بشكل نشيط في هذا المجال يؤيدون مبادئ ACC (تغير المناخ البشري المنشأ) التي حددتها اللجنة الخاصة بتغيير المناخ IPCC».

ومن المهم أيضا أن الآثار الفعلية لظاهرة الاحترار العالمي التي تكشف لاحقا في العالم الحقيقي فاقت كل التوقعات تقريبا التي أدلى بها العلماء في العقود الأخيرة حول هذه الظاهرة. وكما ذكر كثيرون، فإن العلماء بشكل عام والعملية العلمية بشكل خاص يتميزون بالحذر الضمني في التوصل إلى نتيجة، بل يمكن وصفهم بالمحافظين. محافظون ليس بالمعنى السياسي للكلمة، ولكنهم محافظون في منهجيتهم وأسلوبهم. يعزز هذا المنهج التقليدي وثقافة الحذر الراسخة منذ أمد بعيد عملية المراجعة التي يقوم بها خبراء متخصصون والتي تتطلب دليلا مُقنعا لأي ادعاءات تُنشر. والثقافة نفسها لا تشجع على إصدار التصريحات حتى إن كانت عن الآثار التي تبدو واضحة والتي يمكن أن تعكس المنطق السليم لكنها غير مثبتة بشكل ملائم يستوفي شروط النشر في الدوريات العلمية المحكمة على يد مجموعة من الخبراء المتخصصين في المجال.

مع ذلك، وعلى الرغم من هذه الثقافة المحافظة، رفعت الأوساط العلمية العالمية الصوت عاليا وحذرت صنّاع السياسات بشكل علني وصريح أنه يتعين علينا التحرك بسرعة لتجنب حدوث كارثة كونية. ولكن على الرغم من الخسائر المتزايدة التي نتكبدتها نتيجة الكوارث المتصلة بالمناخ والاحترار الواضح لكوكب الأرض الذي أصبح واضحا غريزيا للجميع تقريبا، لم تكن هناك سوى تغييرات طفيفة تكاد لا تذكر على صعيد السياسات الموضوعة للتصدي لهذا الخطر الذي يهدّد الوجود.

بوجود مستقبل الحضارة الإنسانية في كفة الميزان، تكون كل من الديمقراطية والرأسمالية قد فشلتا فشلا ذريعا في خدمة المصالح المهمة للبشرية. وكلاهما



غير عمليّة وفي حالة يرثى لها. ولكن إذا عولج الخلل في نسختنا الحالية من الديمقراطية والرأسمالية، وإذا أزيلت عوالق الفساد، وسيطرة الشركات، وهيمنة النُخب، فسيكون كلا هذين النظامين ذا أهمية لا تقدر بثمن في إحداث منعطف في الحضارة العالمية في الاتجاه الصحيح قبل فوات الأوان. بيد أن هذا التحول الصعب في السياسة يتطلب قيادة وشجاعة سياسية نفتقر إليهما في الوقت الراهن، لا سيما في الولايات المتحدة.

وكي نفهم سبب فشل عدد كبير من القادة السياسيين في معالجة هذه الأزمة الوجودية، من المهم استكشاف الطريقة التي تلاعب بها الناكرون لمسألة الاحترار العالمي في التصوّرات العامة لدى الناس حول هذه الظاهرة، وكيف جعلت سيكولوجية القضية مهمة التلاعب أسهل مما ينبغي. أغدقت الشركات القوية التي لها مصلحة في تأخير العمل تجاه حل الأزمة الأموال على حملة عامة تهكميّة ومخادعة للتلاعب بالرأي العام من خلال زرع بذور الشك المضللة حول واقع أزمة المناخ. وهم يستغلون الرغبة الطبيعية الموجودة لدى كل واحد منا في اغتنام أي مؤشر يظهر أن ظاهرة الاحترار العالمي ليست حقيقية في نهاية المطاف وأن العلماء قد ارتكبوا خطأ جسيماً بشكل من الأشكال.

لقد وصف كثيرون أزمة المناخ بأنها «قضية من الجحيم»، ويرجع ذلك جزئياً إلى أن تعقيدها، وحجمها، وإطارها الزمني، مجتمعة تجعل المناقشة العامة للأزمة، وأسبابها، وآفاق حلولها أكثر صعوبة. ولأن عواقبها موزعة في كل أرجاء المعمورة، فإنها مقنّعة كالفكرة المجردة. ولأن الحلول تتطلب اتخاذ مسار جديد إلى المستقبل، وتحسين التقنيات المعهودة، وتعديل الأنماط القديمة، فإن ذلك يثير لدينا نزعة العزوف الطبيعية عن بذل الجهود من أجل التغيير. ولأن أسوأ الأضرار تَطال المستقبل، في حين أن سعة الانتباه لدينا قصيرة الأمد طبيعياً، فإن ذلك يجعلنا عرضة للتوهم بأن أماننا مُتسعا من الوقت قبل أن يتعين علينا إيجاد حلول للأزمة.

«الإنكار» هو نزعة نفسية نحن جميعاً ضعفاء أمامها. أحد الأوائيل الذين استكشفوا كيفية عمل هذه الظاهرة كانت إليزابيث كوبلر روس، التي درّست، وفقاً للمنظمة التي أسستها، أن «الإنكار» يمكن أن يكون رفضاً شعورياً أو لاشعورياً<sup>(196)</sup> لقبول الحقائق، أو المعلومات، أو واقع الحال. الإنكار هو آلية دفاعية، وبعض الناس

يمكن أن يصبحوا حبيسي هذه الفكرة في هذه المرحلة. تعريف علم النفس الحديث لهذه الحالة هو: «آلية دفاع لاشعورية تتميز برفض الاعتراف بالحقائق، أو الأفكار، أو الأحاسيس المؤلمة»<sup>(197)</sup>.

بالتأكيد فإن احتمال وجود خطر كارثي يهدد مستقبل الحضارة العالمية برمتها يمكن أن يوصف بأنه «فكرة مزعجة». والنزعة الطبيعية الموجودة في داخلنا جميعا تجعلنا نأمل ألا يكون الإجماع العلمي بشأن الاحترار العالمي تصويرا دقيقا للخطر الحقيقي الذي نواجهه. يستجيب أولئك الذين يصبحون حبيسي هذه الإستراتيجية النفسية عادة للأدلة القوية والدامغة للاحترار الحراري بمزيد من النكران المتصلب والمتعنت للمفهوم برمته، ويهاجمون بشراسة كل الذين يصرون على ضرورة اتخاذ الإجراءات اللازمة بهذا الصدد<sup>(198)</sup>.

لقد تعلمنا الكثير عن الطبيعة البشرية خلال القرن الماضي. ونحن نعلم الآن، على سبيل المثال، أن «الإنسان العاقل» الذي تصوّره فلاسفة عصر التنوير - وتعريف السلوك البشري الذي تضمنته أعمال آدم سميث وغيره من الاقتصاديين الكلاسيكيين الآخرين، والذي يشير إليه البعض الآن باسم «الإنسان الاقتصادي» (economicus Homo) - لا يعبر في الواقع عن حقيقتنا. على العكس تماما، فنحن ورثة الإرث السلوكي الذي تشكّل على مدار الزمن الطويل لتطورنا كجنس بشري. إلى جانب قدرتنا على التفكير العقلاني، نحن نميل بشدة إلى أن نكون أكثر اهتماما واستجابة للعوامل الغريزية قصيرة الأجل من التهديدات طويلة الأجل التي تتطلب استخدام قدراتنا على التفكير العقلاني.

طرح العالمان الاجتماعيان<sup>(199)</sup> - جين رايزن من جامعة شيكاغو، وكلايتون كريتش من جامعة كاليفورنيا، بيركلي - على مجموعتين من الناس السلسلة نفسها من الأسئلة حول ظاهرة الاحترار العالمي، باختلاف وحيد هو درجة الحرارة في كل غرفة. أولئك الذين أجابوا عن الأسئلة في غرفة درجة حرارتها أعلى بعشر درجات مئوية أعطوا إجابات تشير إلى تأييد القيام بعمل ما للتصدي للاحترار الحراري بشكل أكبر بكثير من المجموعة في الغرفة الأبرد. وقد ظهرت الاختلافات بين الليبراليين والمحافظين على حد سواء. في الدراسة الثانية، طُلب من مجموعتين الإدلاء بآرائهم حول الجفاف، فكان لأفراد المجموعة التي قُدِّم لها البسكويت المملح لتناوله نظرة مختلفة بشكل ملحوظ عن نظرة المجموعة التي لم تكن عطشى للماء مثلها.

في الوقت الذي يشهد فيه العالم تغيرات مفاجئة بفعل العوامل المشمولة في هذا الكتاب - العولمة وظهور شركة الأرض، والعالم الرقمي، والإنترنت، والثورات الحاسوبية، وعلوم الحياة وثورات التكنولوجيا الحيوية، والتحول التاريخي في ميزان القوى السياسية والاقتصادية في العالم، والالتزام بشكل من أشكال «النمو» يتجاهل القيم الإنسانية ويهدد باستنزاف الموارد الأساسية المهمة لمستقبلنا - تُدرج أزمة المناخ بسهولة في أدنى سلم الأولويات السياسية في معظم الدول.

التعريف الخاطئ للنمو الذي وصفناه في الفصل الرابع هو في مركز الحسابات الخاطئة الكارثية لتكاليف وفوائد الاعتماد المستمر على الوقود القائم على الكربون. تُقدّر أسهم شركات وقود الكربون المتداولة علناً، على سبيل المثال، على أساس العديد من العوامل، وخصوصاً قيمة الاحتياطات التي تحت سيطرتها. في تحديد قيمة هذه المستودعات تحت الأرض، تفترض الشركات أنها سوف تُنتج وتُباع بمعدلات أسعار السوق للحرق. ولكن أي شخص عاقل ولديه معرفة بالإجماع العلمي العالمي حول أزمة المناخ يَعْلَم أن هذه الاحتياطات لا يمكن حرقها كلها. فالفكرة بحد ذاتها غير عقلانية. ومع ذلك، لا تُدرج العواقب البيئية الناجمة عن حرقها في التقييمات السوقية.

بالإضافة إلى الإنكار واعتمادنا الأعمى الذي في غير محله على البوصلة الاقتصادية الخاطئة بشكل جسيم، هناك نزعة متأصلة أخرى نحن جميعاً ميالون إليها وهي: أننا نريد أن نصدّق أن جميع الأمور في نهاية المطاف سليمة في العالم، أو على الأقل في الجزء من العالم الذي يعيش فيه كل واحد منا. علماء النفس الاجتماعيون يطلقون على هذا اسم نظرية تبرير النظام، وهي نظرية تقول إن الجميع يريدون أن يحسنوا الظن بأنفسهم، وبالمجموعات التي ينتمون إليها، وبالنظام الاجتماعي الذي يعيشون فيه حياتهم. وبسبب حجم التغيرات اللازمة لمواجهة ظاهرة الاحترار العالمي، يمكن بسهولة تصوير أي اقتراح سننطلق به في هذه الرحلة الضرورية على أنه تحدٍ للوضع الراهن ويشير فينا نزعة الدفاع عنه من خلال الرفض التلقائي لأي بديل محتمل<sup>(200)</sup> للوضع الراهن.

عندما يكون هناك تهديد وجودي يتطلب التعبئة الجماعية السريعة - مثل الهجوم الذي تعرضت له القاعدة البحرية الأمريكية في مرفأ بيرل هاربور

(Pearl Harbor) في العام 1941، على سبيل المثال - فإن عدم الرغبة الطبيعية في كسر الأنماط المريحة والخروج منها يطغى عليها الشعور بالحالة الطارئة. ولكن معظم هذه الأمثلة متجذّر في السيناريوهات نفسها لصراع الجماعات التي ميّزت المرحلة الطويلة لتطورنا كجنس بشري. ليس هناك سابقة (باستثناء ثقب الأوزون) لاستجابة عالمية سريعة لتهديد عالمي عاجل - وخصوصا عندما تشكّل الاستجابة المطلوبة تحديا كبيرا لمسار الأعمال كالمعتاد.

عندما واجه الرئيس ريغان ضرورة الحد من الأسلحة النووية، أعرب عن التفكير نفسه في عدة مناسبات، بما في ذلك إحدى المرات في كلمة ألقاها أمام الجمعية العمومية للأمم المتحدة قال فيها: «في خضم العداوات الآتية التي تتملكنا»<sup>(201)</sup>، غالبا ما ننسى الأشياء الكثيرة التي توّحد جميع بني الإنسان. لعلنا بحاجة إلى تهديد خارجي عالمي يجعلنا ندرك هذه الرابطة المشتركة بيننا. أفكر بين الحين والآخر كيف أن خلافاتنا على نطاق العالم يمكن أن تزول بسرعة لو كنا نواجه تهديدا من كائنات غريبة من خارج هذا العالم». بعض أعضاء الحزب السياسي الذي أنتمي إليه سخروا من تعبير الرئيس ريغان خلال فترة رئاسته، ولكنني كنت دائما أعتقد أنه يُجسّد فكرة مهمة.

### سياسة التقسيم

نحن بالطبع نواجه تهديدا عاما للبشرية جمعاء فيما يخص أزمة المناخ. ولكن هذا التهديد ليس قادما من كائنات غريبة؛ وإنما منّا نحن البشر. لذلك فإن قدرتنا على الاستجابة من خلال التوحد من أجل التغلب على هذا التهديد يمكن أن تقوّضها «العداوات الآتية». لقد أدرك مؤسسو أمريكا أهمية هذه السمة المتأصلة في الطبيعة البشرية. بعد أكثر من قرنين من الزمن يقول لنا العلماء إن النزعة نحو تشكيل فصائل متناحرة هي نزعة عميقة الجذور في تاريخ جنسنا البشري.

وكما كتب إي. أو. ويلسون أخيرا<sup>(202)</sup>، «الجميع، من دون استثناء، يجب أن يكون لهم قبيلة، وهي تحالف يستخدم مطيّة للسباق من أجل السلطة والأرض، وشيطة العدو، وتنظيم المسيرات ورفع الأعلام. وهكذا كان الأمر على الدوام...

فالطبيعة البشرية لم تتغير. الجماعات الحديثة هي مكافئة نفسيا لقبائل التاريخ القديم. وعلى هذا الأساس، فإن هذه الجماعات تتحدر مباشرة من جماعات البشر البدائيين وما قبل البشر.

وهذا هو أحد الأسباب الكامنة وراء تحول عملية نكران ظاهرة الاحترار العالمي بشكل ما إلى قضية «ثقافية»، بمعنى أن العديد من الذين يرفضون الأدلة العلمية يشعرون برابطة القرابة الجماعية - أشبه بـ «الهوية القبلية» - مع الآخرين الحبيسين أيضا لفكرة الإنكار. في الولايات المتحدة، الأيديولوجية المحافظة المتطرفة التي أصبحت تهيمن على الحزب الجمهوري تستند في جزء منها على التزام متبادل للمحاربة بشراسة ضد مجموعة متنوعة من مختلف مقترحات الإصلاح التي يعارضها أعضاء ائتلاف مُتباين.

يمكن تسميته بمبدأ الفرسان الثلاثة: الجميع للفرد والفرد للجميع. فأولئك المهتمون بشكل أساسي بمعارضة أي شكل من أشكال وضع الضوابط على امتلاك السلاح يتفقون على دعم موقف شركات النفط والفحم التي تعارض أي جهود للحد من التلوث الناجم عن الاحترار العالمي. النشطاء المناهضون للإجهاض يتفقون على دعم المصارف الكبيرة في معارضتها للوائح المالية الجديدة. وكما يقول كورت فونيغت<sup>(\*)</sup>: «هكذا تجري الأمور».

على مدى العقود الأربعة الماضية، أصبحت كبرى الشركات الملوثة بالكربون أعضاء في معاهدة الثورة المضادة المناهضة للإصلاح التي وصفناها في الفصل الثالث والتي نُظمت في سبعينيات القرن العشرين تحت رعاية غرفة التجارة الأمريكية - وذلك بدواعي الخوف من أن موجة حركات الاحتجاج الهائجة لفترة الستينيات (ضد حرب فيتنام، ومن أجل الحقوق المدنية، وحقوق المرأة، وحقوق مثليي الجنس، وحقوق المعوقين، والحركة الاستهلاكية، وإقرار قوانين الرعاية الطبية وبرامج مساعدة الفقراء، وهلم جرا) كانت تهدد بالخروج عن السيطرة بطرق قد لا تصب في مصلحة الشركات القوية والنخب. ومن وجهة نظرهم، فإن هذه الحركات كانت تهدد بتقويض الرأسمالية نفسها.

(\*) كورت فونيغت (1922 - 2007)، روائي أمريكي من أشهر أعماله «مهد القطة» (Cat's Cradle) التي تناول من خلالها العلم والتكنولوجيا والدين ساخرا من سباق التسلح [المحررة].

إحدى العواقب الدائمة للحركة المناهضة للإصلاح كانت إنشاء شبكة واسعة من الهيئات الفكرية، والمؤسسات، والمعاهد، وكليات الحقوق، ومنظمات الناشطين التي تجمع عددا لا يحصى من «التقارير» المملفة في معظمها، و«الدراسات»، والدعاوى القضائية، والشهادات أمام لجان الكونغرس والهيئات الرقابية، ومقالات الرأي، والكتب التي تقوم جميعها بالترويج لفلسفة وأجندة فرسان الشركات الجدد:

• الحكومة سيئة، لا يمكن الوثوق بها، وينبغي بدلا من ذلك

الخشية منها، ويجب حرمانها من الموارد لكي لا تستطيع التدخل ضد خطط الشركات ومصالح النخب إلا بأدنى حد ممكن.

• الضائقة هي أمر جيد للفقراء لأنها الشيء الوحيد الذي سوف

يعطيهم حافزا لأن يصبحوا أكثر إنتاجية؛ والضائقة تجعلهم أيضا أكثر استعدادا لقبول الحد الأدنى من الأجور والمزايا.

• الأغنياء، من ناحية أخرى، ينبغي أن يُفرض عليهم أقل قدر ممكن

من الضرائب وذلك لتشجيعهم على كسب مزيد من الأموال - التي تعتبر الطريقة الوحيدة المجرية والصحيحة لتحقيق مزيد من النمو في الاقتصاد، حتى إن كان هناك طلب قليل جدا نظرا إلى أن المستهلكين لا يمتلكون ما يكفي من المال لشراء مزيد من السلع والخدمات.

• مزيد من عدم المساواة هو أمر جيد، لأنه في آن واحد يحث

الفقراء على مزيد من الطموح، والأغنياء على مزيد من الاستثمار، حتى إن أظهرت الأدلة أن المجموعات ذات الدخل العالي يهتمون في المقام الأول بالحفاظ على الثروة عندما يكون الاقتصاد ضعيفا.

• البيئة يمكن أن تعتني بنفسها بشكل جيد، مهما كانت كمية التلوث

التي نلقها فيها. وأي شخص يعتقد خلاف ذلك يكون مدفوعا بحب للاشتراك لا يمكن إخفاؤه وبتصميم مستمر على عرقلة مسار الأعمال.

هناك وبدرجة متفاوتة بالطبع حافز طبيعي لبناء تحالفات واسعة بين المصالح

المختلفة في معظم الأحزاب السياسية. أنا بالتأكيد شهدت مثل هذه الضغوط كعضو

في الحزب الديمقراطي عندما عملت في الكونغرس. ولكن هناك شيئا مختلفا حول

مبدأ الانضباط والسير بإيقاع موحد في ائتلاف الجناح اليميني الجديد في الولايات

المتحدة - وهو مبدأ يفرضه المساهمون الأثرياء جدا الذي ينصب جُلّ اهتمامهم على السياسات التي تزيد نسبة حصتهم المجحفة بالفعل من الدخل الإجمالي للولايات المتحدة.

في عالم اليوم، أدى تحدي الاحترار العالمي، للأسف، إلى انقسام قَبَلِيّ تقريبا بين أولئك الذين يقبلون الإجماع العلمي الساحق - والأدلة التي يتلمسونها بأنفسهم - وأولئك الملتزمين والمصممين على رفضه. يجري التعامل مع ضراوة معارضتهم كأنها نوع من الشعار الذي يدل على انتسابهم للمجموعة الثانية وعلى عدائهم للمجموعة الأولى.

الرافضون المنظمون يعلمون أنه لكي يحافظوا على هيمنتهم على الائتلاف المعارض لسياسات الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، لا يتعين عليهم إثبات أن الاحترار العالمي الذي من صنع الإنسان ليس حقيقيا - على الرغم من أن الكثيرين منهم يؤكدون بالفعل هذا الأمر مرارا وتكرارا. فكل ما هو مطلوب منهم فعله في الواقع هو زرع الشك في نفوس الجماهير لإقناعهم بأن «هيئة المحلفين لم تتخذ قرارها بعد». لقد جرى الإفصاح عن هذا الهدف الإستراتيجي بشكل واضح وصريح في وثيقة داخلية من ائتلاف الشركات التي يهيمن عليها كبار الشركات الملوثة بالكربون.

وقد نصّت الوثيقة التي سُرِّبَت إلى الصحافة في العام 1991، على أن الهدف الإستراتيجي للمجموعة كان «تصحيح وضع الاحترار العالمي على أنه نظرية وليس حقيقة»<sup>(203)</sup>. التفسير السامح لهذا هو أن هذه الشركات لطالما وقعت أسيرة لما يعتبرونه ادعاءات مُبالغ فيها من جانب الناشطين في مجال البيئة الذي يسعون وراء مزيد من التنظيم لمختلف أشكال التلوث، وأصبحت لديهم عادة في المعارضة اللاإرادية لأي ادعاء حول الأضرار الوشيكة من خلال الخروج الجماعي لتقويض مصداقية هذه الادعاءات والأشخاص الذين يقفون وراءها.

ولكن في ضوء التوثيق الشامل منذ عقود الذي جعل هذا التهديد المميت واضحا وضوح الشمس، وفي ضوء إعلان الأكاديميات الوطنية للعلوم في مختلف أنحاء العالم أن الأدلة الآن غير قابلة للجدل، لم يعد من السهل أن نكون سَمَحِين في تقييم ما يقوم به هؤلاء الرافضون الأثرياء، والأقوياء، والذين لا يهمهم إلا مصلحتهم

الذاتية. فهم يرفضون روح الحوار العقلاني. كما يرفضون ويحطون من قدر نزاهة العملية العلمية. لم ينفع شيء لجعلهم يَفُونَ بالتزاماتهم تجاه المصلحة العامة. وصحيح أن البعض قد فحص الأدلة وراجع ضميره، وتغيّر. ولكن من فعلوا ذلك لا يزالون أقلية ضئيلة. ولا يزال الاعتداء الذي يقوم به هؤلاء الرافضون على مستقبل عالمنا متواصلا.

فعلى العموم، لم يعد هناك أدنى شك على الإطلاق أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  التي يُصدرها الإنسان والملوثات الأخرى للاحتراق العالمي تضر بشكل خطير بالنظام البيئي الكوني الذي يعتبر أمرا حاسما لبقاء الحضارة الإنسانية في المستقبل. العديد من الكوارث المناخية الشديدة التي حصدت حتى الآن كثيرا من الأرواح وتسببت في كثير من المعاناة يجري ربطها حاليا بشكل مباشر مع ظاهرة الاحتراق العالمي. الأضرار التي أصابت مئات الملايين من الجيل الحالي تجعل مسألة تجاهل العواقب الأخلاقية لما يجري القيام به في الوقت الراهن أمرا مستحيلا.

تعتبر معظم النظم القانونية في العالم أن أي شخص يحرف الحقائق المادية عن عمد بغرض تحقيق الثراء الذاتي على حساب الآخرين الذين يعتمدون على هذه التحريفات الزائفة ويتعرضون للأذى أو الضرر نتيجة لذلك بأنه قد ارتكب جريمة جنائية ومدنية على حد سواء. ويعتبر التحريف جريمة قانونية حتى وإن كان ناجما عن الإهمال فقط. وإذا كانت التصريحات الكاذبة رعناء وكانت الأضرار التي تعرض لها كل مَنْ اعتمد عليها جسيمة، تكون المخالفة أكثر خطورة. المعيار القانوني الأكثر شيوعا لتحديد ما إذا كان الشخص (أو الشركة) الذي حرّف الحقائق المادية أو لم يفعل قد قام بذلك عن «معرفة» لا يقوم «دون أدنى شك في ذلك»، وإنما يقوم على «رجحان الأدلة».

شركات الوقود الأحفوري الكبيرة العامة المتعددة الجنسيات<sup>(204)</sup> لديها أصول تصل إلى نحو 7 تريليونات دولار معرضة للخطر في حال قُبِلَت الشعوب والحكومات حول العالم بالإجماع العلمي العالمي<sup>(205)</sup>. وهذا هو السبب الذي دفع العديد من هذه الشركات إلى تشويه الحقائق المادية للجماهير - والمستثمرين - بشأن الأضرار الجسيمة على مستقبل الحضارة البشرية التي تنجم عن تواصل حرق أصولهم



الرئيسة بهذه الطريقة الرعناء. عند إضافة قيمة الاحتياطيات الكبيرة المماثلة المملوكة من قبل الدول السيادية إلى الأصول التي تملكها الشركات الخاصة والعامة، يصل المجموع إلى 27 تريليون دولار<sup>(206)</sup>. وهذا هو السبب الذي جعل المملكة العربية السعودية، وحتى وقت قريب على الأقل، تبذل جهودا حثيثة وعنيفة لمنع أي اتفاق دولي للحد من التلوث الناجم عن الاحتراز العالمي. في العام 2012، دعا أحد أعضاء الأسرة المالكة، وهو الأمير تركي الفيصل، المملكة العربية السعودية إلى تحويل استخدام الطاقة المحلية إلى استخدام يعتمد 100 في المائة على مصادر الطاقة المتجددة<sup>(207)</sup> من أجل الحفاظ على احتياطياتها النفطية بهدف بيعها لبقية أنحاء العالم.

### «أصول رهن الكربون العالية المخاطر»

تُقيم أصول النفط والفحم والغاز المسجلة في دفاتر حسابات شركات الوقود الأحفوري بمعدلات السوق استنادا إلى الافتراض بأنها ستباع في نهاية المطاف للعملاء الذين سوف يحرقونها ويفرغون التلوث الغازي للاحتراز العالمي الناجم عن ذلك في الغلاف الجوي للأرض. في الماضي، كنت أشير إلى هذه الاحتياطيات بأنها «أصول رهن الكربون العالية المخاطر»، لتشبيهها بالرهون العقارية عالية المخاطر، التي كانت السوق ومعظم الخبراء المصرفيين يعتقدون أيضا أنها ذات قيمة عالية للغاية. ولكن في الواقع، كان لهذه الرهون العقارية عالية المخاطر قيمة وهمية تستند إلى افتراض غير معقول وهو أن الناس الذين اقتضوا هذه القروض العقارية، وكان من الواضح أنهم غير قادرين على تسديدها، سوف يتمكنون من تسديدها بطريقة أو بأخرى. وغالبا ما كان يُشار إلى هذه القروض في عالم المصارف على أنها «قروض متدنية التوثيق»، أو ببساطة أكثر «قروض زائفة».

لا أزال أتذكر بوضوح عندما وقَّعت على أول قرض للرهن العقاري لشراء منزل عندما كنت شابا. جلست حينها على الجانب الآخر من مكتب والتر غلين بيردويل جونيور، وهو المدير المسؤول عن بنك سيتزن في مدينة كارثيج، في ولاية تينيسي. وقبل منحي قرض الرهن العقاري، طلب مني السيد بيردويل تقديم إجابات مكتوبة لمجموعة طويلة من الأسئلة بشأن الدخل الذي أقتضاه وصافي ما يتبقى لي منه.

وعلى الرغم من أن كلا الدخلين لم يكن عاليا جدا، كان على ثقة كافية بأنني سأكون قادرا على تسديد الأقساط الشهرية للقرض. ومن ثم طلب مني تسديد دفعة مقدّما كانت حينها بالنسبة إليّ مبلغا كبيرا.

وعلى النقيض من ذلك، كانت قروض الرهون العقارية عالية المخاطر تُمنح لأناس ليس لديهم أي طريقة ممكنة لتسديد تلك القروض - وهذه حقيقة كانت ستكون واضحة على الفور لو طُلب من أي منهم الإجابة عن مجموعة الأسئلة التي طرحها على السيد بيردويل. ولم يُطلب من أي من هؤلاء المشتريين للمنازل تسديد دفعة مقدّمة. لذلك، فإن كان أي شخص عاقل يستطيع بسهولة تحديد أن هذه القروض العقارية من غير المرجح أن تُسدد، وأن الأمر لم يكن سوى مسألة وقت حتى يتعثّر مشترو المنازل في تسديد هذه القروض، فلماذا تورطت المصارف في مثل هذه المعاملات؟

الجواب هو أنه في عصر شركة الأرض والعقل العالمي، كانت المصارف التي أصدرت هذه الرهون العقارية الخاطئة قادرة على استخدام أجهزة حاسوب قوية لجمع عدة آلاف من مثل هذه الرهون العقارية - ما مجموعه 7.5 مليون منها<sup>(208)</sup> في الولايات المتحدة وحدها - وتقطيعها إلى شرائح ومكعبات صغيرة ضمن منتجات المشتقات المصممة ماليا والمعقدة إلى درجة يصعب على معظمنا فهمها، ومن ثم بيعها في السوق التجارية العالمية. وبعبارة أخرى، كان الافتراض المضحك هو أن الخطر الكامن في منح قرض رهن عقاري لشخص لا يستطيع تسديده يمكن تبديده إذا ما جُمع العديد من هذه الرهون العقارية مع بعضها في حزم وبيعت في السوق التجارية العالمية.

عندما جرى اختبار هذا الافتراض خلال تباطؤ الاقتصاد العالمي في 2007 - 2008، انهار فجأة وأصبح العاملون في مجال المصارف في مواجهة مريرة مع الواقع. ولكن هذه المواجهة المبريرة لم تطل بالنسبة إليهم، لأنهم كانوا قادرين على استخدام السلطة السياسية الساحقة التي كانوا قد اشتروها من خلال تمويل الحملات الانتخابية وأنشطة جماعات الضغط - مع مساعدة قليلة من المسؤولين الذين عبروا الباب الدوار الذي يربط الحكومات والمصارف - لإنقاذهم من قبل دافعي الضرائب، الذين اضطروا إلى اقتراض المال لهذا الغرض.

وكانت النتيجة الصافية أزمة الائتمان والركود الاقتصادي الأعظم العالمي، الذي قد يعيد الاقتصاديون تسميته بالكساد الأعظم.

أصول رهن الكربون لها قيمة متضخمة في السوق التجارية بشكل مماثل للرهن العقاري، يعززها افتراض لا عقلائي أكثر من الفكرة المضحكة التي كان تقول إنه لا ضير في منح قروض الرهن العقاري لملايين الناس غير القادرين إطلاقاً على تسديدها. في هذه الحالة، فإن الافتراض هو أنه لا ضير أبداً في حرق النفط الموجود في احتياطات شركات النفط حتى آخر قطرة منه وتدمير مستقبل الحضارة. هذا الافتراض خاطئ.

ومع ذلك فإن القيمة السوقية لشركات النفط، والفحم، والغاز الطبيعي التي تتبنى مثل هذا الافتراض اللاعقلاني مرتفعة جداً. في النهاية، هذا هو السبب الذين يجعلهم على استعداد لتخصيص مليارات الدولارات للدفاع عن هذا الافتراض - من خلال تنظيم حملات تضليلية واسعة النطاق ومتطورة للغاية تهدف إلى إقناع الناس - وصناع القرار - بأنه لا يوجد أي ضير على الإطلاق في حرق ما نستطيع من وقود الكربون.

لقد خدعت شركات التلويث بالكربون أيضاً عمال مناجم الفحم وغيرهم من الموظفين في صناعة الطاقة الأحفورية لكي يتجاهلوا حقيقة التغيير الذي لا مفر منه. في خطاب بليغ وشجاع على منصة مجلس الشيوخ في العام 2012، قال السناتور جاي روكفلر، من ولاية ويسنت فرجينيا الأكثر اعتماداً على الفحم في الولايات المتحدة، «ما أخشاه هو أن ما يثير المخاوف يتمثل في النظرة الضيقة للآخرين الذين يمتلكون دوافع متباينة - أحدها يُنكر حتمية التغيير في صناعة الطاقة، ويتجاوز عمال مناجم الفحم بشكل فيه إجحاف بحقهم. الحقيقة هي أن العديد من الذين يديرون صناعة الفحم اليوم يفضلون مهاجمة الأعداء الوهميين وإنكار المشاكل الحقيقية بدلاً من إيجاد الحلول لها»<sup>(209)</sup>.

أرعبت هيمنة الثروة ونفوذ الشركات في عملية صنع القرار معظم السياسيين إلى درجة أنهم يخافون حتى من مناقشة هذا التهديد الوجودي بأي وسيلة مجدية. هناك مجموعة لا بأس بها من الاستثناءات الجديرة بالاحترام، ولكن في القضايا التي تخص مصالح شركة الأرض، تُحكم شركة الأرض قبضتها بشكل كامل على السياسة العالمية. وظّفت شركات وقود الكربون أربع جماعات ضغط مناهضة للمناخ لكل

عضو واحد من مجلس الشيوخ الأمريكي ومجلس النواب<sup>(210)</sup> في حربها لدحر التشريعات الخاصة بالمناخ. وقد أصبحت هذه الشركات أحد أكبر مصادر تمويل الحملات الانتخابية<sup>(211)</sup> للمرشحين في كلا الحزبين - علما بأن العدد الأكبر منها يذهب لمصلحة المرشحين من الحزب الجمهوري.

لقد وفرت العديد من هذه الشركات مبالغ كبيرة من المال على مدى العقدين الماضيين لتمويل «أفأكين للإيجار» الذين يلفقون سيلا لا ينضب من الادعاءات المضللة، والسطحية، وغير المتصلة، والمزيفة، وغير العلمية:

- ظاهرة الاحترار العالمي هي خديعة حاكها العلماء الذين يخططون لتلقي مزيد من التمويل الحكومي للأبحاث الحكومية، والناشطون الذين يريدون فرض الاشتراكية أو ما هو أسوأ من ذلك.
- الاحترار العالمي لم يعد يحدث؛ وقد توقف منذ عدة سنوات.
- إذا كان يحدث، فهو ليس ناجما عن تلوث الاحترار العالمي، بل هو نتيجة لدورة طبيعية.

• النظام المناخي للأرض مطواع بحيث إن بإمكانه، في أي حال من الأحوال، استيعاب كميات غير محدودة من تلوث الاحترار العالمي من دون عواقب ضارة.

• إذا كان الاحترار العالمي يحدث فعلا، فهذا أمر جيد بالنسبة إلينا في الواقع.

• وحتى وإن لم يكن جيدا بالنسبة إلى بعض الناس، فإن لدينا القدرة بالتأكيد على التكيف مع ذلك بقليل من العناء.

• القمم الجليدية على كوكب المشتري آخذة في الذوبان أيضا، وبالتالي فإنه من المنطقي أن نفترض أن ظاهرة ما غير مفهومة بشكل جيد مستوطنة في نظامنا الشمسي هي السبب الحقيقي (فضلا عن أن كوكب المشتري ليس فيه قمم جليدية).

• ما يسبب الاحترار العالمي هو البقع الشمسية (فضلا عن أن درجات الحرارة واصلت صعودها خلال «المرحلة الباردة» الطويلة لدورة البقع الشمسية التي تشرف على نهايتها الآن).

- ما يسبب الاحترار العالمي هو البراكين (فضلا عن أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  التي يسببها الإنسان هي أكبر بنسبة 135 - 200 مرة من الانبعاثات البركانية، التي تعتبر على أي حال جزءا من عملية طبيعية خالية من الكربون على المدى الطويل).
- النماذج الحاسوبية لا يمكن الاعتماد عليها (فضلا عن أن أكثر من اثني عشر سجلا منفصلا ومستقلا لدرجات الحرارة من العالم الحقيقي تؤكد تماما ما تنبأت به النماذج الحاسوبية منذ زمن طويل).
- السُّحْب سوف تلغي الاحترار العالمي (فضلا عن الأدلة المتزايدة على أن صافي ردود الفعل من السحب من المرجح أن يجعل الاحترار العالمي أسوأ من ذلك، وليس أفضل).

هناك أكثر من 100 حجة زائفة أخرى، أو وسيلة لصرف الانتباه عن المسألة الحقيقية، تُقحم بلا هوادة في وسائل الإعلام، عن طريق جماعات الضغط، والسياسيين أسيري القرار لأنهم يدينون بالفضل لشركات التلويث بالكربون. الشيء الوحيد المؤكد بشكل مطلق بالنسبة إلى الناكين هو أن 90 مليون طن يوميا من تلوث الاحترار العالمي هي بالتأكيد ليست المسبب للاحتار العالمي - حتى وإن قال المجتمع العلمي بالإجماع عكس ذلك. هناك، بالتأكيد، بعض المعارضين للإجماع العلمي الذين يعتقدون بصدق أن العلم على خطأ. بعضهم لديه خلفيات وقصص شخصية تهيئهم للحرب لمجموعة متنوعة من الأسباب. ولكنهم يعتبرون حالة استثنائية، وافتقارهم الكامل لأي أدلة ذات مصداقية سيعمل على تهميشهم بسرعة لولا أن إنكار علم المناخ أصبح صناعة محلية مدعومة بسخاء من قبل شركات التلويث بالكربون.

لتقويض ثقة الجمهور في نزاهة العلم، تلوح شركات الكربون وعملاؤها وحلفاؤها باستمرار إلى أن علماء المناخ يزيّفون الحقائق التي أمارطوا اللثام عنها و/أو هم طرفٌ خفيٌّ في مكيّدة سياسية لبسط نفوذ الحكومة على نطاق أوسع. يُحاك الهجوم السياسي ضد علماء المناخ ليس من أجل تشويه صورتهم فحسب، وإنما أيضا لترهيبهم - مما زاد من النهج الحذر الذي يتبعه العلماء عادة.

قام النائب العام من الجناح اليميني<sup>(212)</sup> في إحدى الولايات الأمريكية باتخاذ إجراءات قانونية ضد أحد علماء المناخ لمجرد أن استنتاجاته كانت غير ملائمة بالنسبة إلى شركات الفحم. لطالما رفعت المؤسسات القانونية والفكرية اليمينية<sup>(213)</sup> دعاوى مرارا وتكرارا بحق علماء المناخ ووجهت لهم القذح والذم في التصريحات العلنية. ولطالما سعى أعضاء الجناح اليميني في الكونغرس مرارا وتكرارا<sup>(214)</sup> إلى تخفيض تمويل البحوث الخاصة بالمناخ بشكل كبير. ولنذكر واحدة فقط من العديد من العواقب، فإن قدرة الولايات المتحدة على رصد التغير المناخي بشكل مناسب قد تضررت بشدة جرّاء التأخير أو الإلغاء المتكرر لإطلاق الأقمار الصناعية المهمة لعملية الرصد<sup>(215)</sup> - وخاصة في الأوقات التي تكون فيها الحاجة ماسة إلى البيانات. عشية انعقاد الجلسة التفاوضية العالمية بشأن المناخ في ديسمبر من العام 2009 في كوبنهاغن، جرى الهجوم على كامل أوساط علم المناخ عن طريق ما بدا أنه حملة قرصنة محبوكة جيدا على رسائل البريد الإلكتروني الداخلية الخاصة المتبادلة فيما بينها. وقد أدت العبارات المضلّة التي جرى انتقاؤها من تلك المراسلات وإخراجها من سياقها إلى تطويل وتزوير وسائل الإعلام التابعة للجناح اليميني وكيل الاتهامات لأوساط علم المناخ بأنها كانت تكذب على الجماهير وعلى الحكومات. وقد أثبت التحقيق الموسّع الذي أجري بشأن عملية القرصنة التي تمت أنها جاءت من خارج مركز الأبحاث المُستهدف من دون تحديد هوية الجناة. وفي هذه الأثناء، جرت تبرة علماء المناخ بشكل كامل من ارتكاب أي إساءة أو خطأ عن طريق أربعة تحقيقات منفصلة ومستقلة<sup>(216)</sup> تمت بشأن الحادثة.

## آلة النكران

تجري إعاقة قدرة الجماهير على كشف زيف وخداع شركات التلويث بالكربون وحلفائها لأن الدور التقليدي لوسائل الإعلام الإخبارية قد تغيّر إلى حد كبير في العقود القليلة الماضية - خصوصا في الولايات المتحدة. فقد أشهت العديد من الصحف إفلاسها فيما تعاني معظم الصحف الأخرى من وطأة الضغوط الاقتصادية الشديدة التي تحد من قدرتها على أداء دورها التاريخي في ضمان أن أساس الديمقراطية هو «المواطنون المطلعون».

كما ذكرنا في الفصل 3، البروز الصاعد للإنترنت هو مصدر أمل، ولكن في الوقت الراهن فإن التلفزيون لا يزال وسيلة المعلومات المهيمنة على الإطلاق. ومع ذلك لاتزال أقسام الأخبار في شبكات التلفزيون مطالبة الآن بالتركيز على السبل التي تسهم في زيادة نسبة الأرباح الصافية للشركات. ونتيجة لذلك، فقد فُرضَ عليهم طمس التمييز بين الأخبار والترفيه. وبما أن تصنيف شبكات التلفزيون هو مفتاح الربحية، فقد تغيرت نوعية القصص الإخبارية التي تحظى بأولوية العرض.

وفي الواقع فإن كل برنامج إخباري أو وثائقي سياسي على شاشة التلفزيون يكون جزئياً تحت رعاية شركات النفط، والفحم، والغاز - ليس فقط خلال مواسم الحملات الانتخابية، ولكن في جميع الأوقات، وعلى مدار السنوات - ويقدم رسائل تهدف إلى تهدئة وطمأنة الجماهير بأن كل شيء على ما يرام، وأن البيئة العالمية ليست في دائرة الخطر، وأن شركات الكربون تعمل جاهدة لزيادة تطوير مصادر الطاقة المتجددة.

أثر الخوف من مناقشة ظاهرة الاحترار العالمي تقريباً في جميع شبكات الأخبار التلفزيونية العامة في الولايات المتحدة. يشن تحالف الرافضين (الناكرين) حملة من النقد اللاذع ضد أي شخص تقريباً يتجرأ على ذكر موضوع الاحترار العالمي، ونتيجة لذلك، التزمت العديد من الشركات الإخبارية الصمت جراء هذا التهيب الذي يُمارس ضدها. حتى إن برنامج الطبيعة «الكوكب المتجمد» المشهور والذي يحظى باستحسان كبير لدى الجمهور والذي تعرضه قناة البي. بي. سي. البريطانية جرى تمريره على الرقابة قبل عرضه على قناة ديسكفري «الاكتشاف» الأمريكية<sup>(217)</sup> وذلك لحذف النقاش الذي جاء فيه بشأن الاحترار العالمي. بما أن أحد المواضيع الأساسية في سلسلة البرامج هذه هو ذوبان الجليد في جميع أنحاء كوكب الأرض، فمن الحماقة حذف نقاش بشأن الاحترار العالمي، الذي يعتبر بالطبع السبب الرئيس في ذوبان الجليد. وكما كتب الناشط بيل مكين، «كان الأمر أشبه بعرض فيلم وثائقي عن سرطان الرئة مع حذف الجزء المتعلق بتدخين السجائر»<sup>(218)</sup>.

خلال الصيف الحار من العام 2011 و2012، كانت نشرات الأخبار المسائية تشبه في الأغلب نزهة في الطبيعة عبر «أسفار» العهد الجديد. ولكن في كل مرة

تجري فيها تغطية أخبار متعلقة بالجفاف والحرائق والعواصف والفيضانات كمحور أساسي في النشرة، كان التفسير في كثير من الأحيان يذكر شيئا من هذا القبيل، «منطقة ضغط عالٍ» أو «ظاهرة النينيا».

في المناسبات القليلة التي يُناقش فيها الاحترار العالمي، تُشوه التغطية الإخبارية بنزعة وسائل الإعلام الإخبارية إلى الإصرار على تضمين البرنامج وجهة نظر مناقضة لإحداث «توازن» وإيهام مع كل تصريح يدلي به عالم المناخ عن الاحترار العالمي - كهناك فرقا مشروعاً في وجهات النظر. وما زاد الطين بلة في هذه المشكلة هو تقليص الميزانيات المخصصة للتحقيقات الصحافية.

بالنسبة إلى شخص تربى على الإيمان بنزاهة العملية الديمقراطية الأمريكية - ولا يزال يؤمن بأن نزاهتها يمكن استردادها وإحيائها - فمن دواعي القلق العميق أن المصالح الخاصة قد تمكنت من إحكام قبضتها على عملية صنع القرار ووضع السياسات في أمة وصفها إبراهيم لينكون بكل بلاغة بأنها «خير رجاء أخير للأرض»<sup>(219)</sup>. ولكن المعركة لاتزال طويلة. بؤرتها هي الولايات المتحدة، وذلك ببساطة لأن الولايات المتحدة لاتزال الدولة الوحيدة القادرة على حشد العالم لإنقاذ مستقبلنا. وكما قال إدموند بيرك «الشيء الوحيد الذي يحتاج إليه الشر لكي يسود هو أن يبقى الصالحون مكتوفي الأيدي»<sup>(220)</sup>. وهذا هو بيت القصيد: هل سيبقى الرجال الصالحون والنساء الصالحات مكتوفي الأيدي، أم إنهم سيلبون نداء الحالة الطارئة التي نواجهها الآن؟

في السنوات القليلة الماضية، بدأت وتيرة وحجم الظواهر الجوية الشديدة المتصلة بأزمة المناخ تمتلك تأثيراً كبيراً في مواقف عامة الناس تجاه الاحترار العالمي. حتى في الولايات المتحدة، حيث الحملات الدعائية للرافضين (الناكرين) لاتزال في أوج قوتها، فقد ارتفع الدعم الشعبي للإجراءات التي تتخذ للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري<sup>(221)</sup> بشكل ملموس. وتلقى المقترحات لبذل مزيد من الجهود في هذا الصدد تأييد الأغلبية منذ سنوات عدة، على الرغم من ضعف حدة شعور الأغلبية للتغلب على الجهود التي تبذلها شركات التلويث بالكربون لشل حركة العمل السياسي. ولكن في الآونة الأخيرة، بدأ الدعم لاتخاذ الإجراءات يتعاضم بشكل مطرد.



في بداية إدارة الرئيس باراك أوباما في العام 2009، كانت الآمال كبيرة في أن سياسة الولايات المتحدة بشأن الاحترار العالمي سوف تتغير- ولبعض الوقت تغيرت بالفعل. قانون الإنعاش الاقتصادي وإعادة الاستثمار الذي أقرّه الرئيس أوباما يؤكد بشكل كبير الأحكام الخضراء<sup>(222)</sup>، بما في ذلك التدابير اللازمة لتسريع البحث والتطوير، والإنتاج، واستخدام نظم الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة. وقد مهد تعيينه للسيدة ليزا جاكسون، التي تتحلّى بإمكانات بارزة كمديرة لوكالة حماية البيئة، الطريق لإصدار سلسلة من القرارات غير المسبوقه والمبادرات التي أسهمت في الحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> وإزالة الملوثات من البيئة.

كانت قرارات وكالة حماية البيئة التي تتطلب تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> من محطات توليد الطاقة الجديدة والسيارات قرارات شجاعة، وقد أسهم قرار وكالة حماية البيئة في التخفيض الحاد لانبعاثات الزئبق من محطات الفحم في صدور قرارات من العديد من المرافق لإلغاء خطط بناء محطات توليد جديدة تعمل بالفحم. ولقد وصف أحد المهتمين بالبيئة، دان بَكر، الذي يدير حملة المناخ الآمن لمركز سلامة السيارات، النجاح الذي حققته جاكسون، وزميلها في مجلس الوزراء، وزير النقل راي لحود، ومستشارة البيت الأبيض كارول براونر في التوصل إلى اتفاق مع شركات صناعة السيارات الأمريكية يتطلب إجراء تحسينات كبيرة في عدد الأميال التي تقطعها السيارة بالغالون الواحد - ليصل في نهاية المطاف إلى ضعف المعدل الحالي أي ما يعادل 54.5 ميل للغالون الواحد - بأنه «أكبر خطوة منفردة تقوم بها أي دولة<sup>(223)</sup> للحد من تلوث الاحترار العالمي».

ولكن العديد من الأشياء حدثت خلال السنوات القليلة الماضية لتجعل التحدي السياسي أكثر صعوبة مما كان يتوقعه الرئيس أوباما. أولاً، أدت الأزمة الاقتصادية والكساد الأعظم الذي ورثه أوباما إلى عزوف إدارته عن مواجهة التحدي الطويل الأجل في ظل المحنة الاقتصادية الراهنة شديدة الوطأة. لقد طالت آثار الركود الاقتصادي بسبب عمقه الاستثنائي، وتخفيض المديونية الضخمة (سداد الديون) الذي أثاره، وانهيار سوق الإسكان، وعدم كفاية الأموال التي ضُخّت للتنشيط الاقتصادي التي أعادت بعض الطلب - الذي لم يكن كافياً - إلى الاقتصاد.

ثانياً، فاجأت الصين العالم بتعهداتها الكبير في الهيمنة على الإنتاج وتصدير طواحين الهواء والألواح الشمسية، المدعومة بشكل كبير بالقروض الميسرة التي تدعمها الحكومة والعمالة المتدنية الأجر- التي مكنتهم من إغراق السوق العالمية بمعدات تقل أسعارها عن كلفة الإنتاج في الولايات المتحدة<sup>(224)</sup> وغيرها من البلدان المتقدمة.

ثالثاً، على الرغم من أن تشريعه الخاص بالمناخ أقره مجلس النواب عندما كان لا يزال تحت سيطرة حزبه، فإن القوانين البالية والمعطلة لمجلس الشيوخ الأمريكي مكنت الأقلية الحزبية من إبطاله في ذلك المجلس. وقال أعضاء مجلس الشيوخ من كلا الحزبين سرا إنه كان في الإمكان إقرار خطة المناخ بيد أنه بدا لهم أن الرئيس أوباما لم يكن مستعداً لبذل كل الجهود المطلوبة لبناء تحالف لدعم الخطة. وقبل ذلك، كان الرئيس أوباما قد اختار أن يجعل مسألة إصلاح نظام الرعاية الصحية الأولوية الأولى بالنسبة إليه، ولكن النظام السياسي المتضعع بشكل كبير في الولايات المتحدة أنتج عقبات تشريعية على خطة أوباما للرعاية الصحية استمرت حتى بدأ موسم الحملات الانتخابية النصفية، مما لم يترك أي وقت حتى لمناقشة مجلس الشيوخ لقضية تغير المناخ.

بحلول ذلك الوقت، كان على ما يبدو أوباما وفريقه السياسي في البيت الأبيض قد أجروا منذ فترة طويلة تقييمًا متزنًا للمخاطر السياسية المتعلقة بالولايات التي قد تعاقبه فيها شركات صناعات الوقود الأحفوري القوية إذا ما تعهد بإقرار خطته. لذا بدلا من ذلك، عندما تبني خصومه في الكونغرس شعار «الحفر، يا حبيبي، الحفر» «drill, baby, drill» اقترح الرئيس التوسع في التنقيب عن النفط - حتى في المحيط المتجمد الشمالي- والسماح باستخدام مزيد من الأراضي العامة لاستخراج الفحم. لهذه الأسباب وغيرها، فإن الآثار الإيجابية لمقترحات الطاقة والمناخ التي بدأ بها فترة رئاسته جرى ابتلاعها بتحويله الحاد إلى تبني سياسة وصفها بأنها نهج «كل ما سبق» - وهو نهج أسهم في زيادة الاعتماد على الوقود الأحفوري الغني بالكربون. رابعاً، اكتشاف احتياطات هائلة من الغاز الصخري العميق خفض أسعار الكهرباء مع تحويل مزيد من محطات التوليد التي تعمل بالفحم إلى استخدام الغاز الرخيص - الأمر الذي خفض ثمن ساعات الكيلو واط إلى ما دون المستوى المطلوب لطاقة الرياح

والطاقة الشمسية لتكون قادرة على المنافسة في هذه المرحلة المبكرة من تطورها في الوقت الراهن. لقد أغرق الغاز الصخري السوق منذ اكتشاف وإتقان تكنولوجيا جديدة في الحفر تجمع ما بين الحفر الأفقي والتكسير الهيدرولي (التكسير fracking). على الرغم من أن معظم النقاش بشأن التكسير الهيدرولي كان عن استخدامه في إنتاج الغاز الصخري، فإنه يُستخدم في إنتاج النفط كذلك، مما يفتح المخزون الذي كان يتعذر الوصول إليه سابقا، ويزيد منتوج النفط من الحقول التي كانت تقارب على النضوب سابقا.

### تأثير التكسير الهيدرولي

حذر خبراء من أن العالم يمكن أن يتوقع زيادة مطردة في أسعار الغاز الصخري بما أن صادرات الغاز الطبيعي المسال (LNG) تنقل الغاز من الأسواق ذات الأسعار المنخفضة مثل الولايات المتحدة إلى الأسواق مرتفعة الأسعار بشكل أكبر في آسيا وأوروبا، بمعدل تكلفة للغاز الصخري يرتفع بشكل كبير في هذه العملية<sup>(225)</sup>. بيد أن حجم الاحتياطات الجديدة التي كشفت بواسطة عملية التكسير الهيدرولي قلب الموازين بشكل مؤقت على الأقل في هيكلية تسعير أسواق الطاقة. وقد طمس الحماس الناجم عن استغلال هذه الاحتياطات عدة أسئلة حاسمة وخلافات من شأنها إثارة الحذر بشأن الغاز الصخري، وستفعل ذلك بمرور الوقت.

في البداية يجب الإشارة إلى أن عملية التكسير الهيدرولي تؤدي إلى تسرب كميات هائلة من غاز الميثان (وهو العنصر الرئيس المكوّن للغاز الطبيعي)، الذي يعتبر أقوى باثنتين وسبعين مرة من غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في ظاهرة الاحتباس الحراري<sup>(226)</sup> في الغلاف الجوي على مدى إطار زمني مدته عشرون عاما. بعد نحو عقد من الزمان، يتفكك الميثان إلى ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وبخار الماء، ولكن تأثيره الحراري، جزئي بجزئي، لا يزال أكبر بكثير من تأثير ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في جداول زمنية أقصر.

وقد أدت قوة غاز الميثان في التسبب في الاحترار العالمي إلى وضع مقترحات نحو بذل جهود عالمية للتركيز على إجراء تخفيضات حادة في انبعاثات غاز الميثان كأحد التدابير الإسعافية على المدى القصير لكسب الوقت من أجل تنفيذ<sup>(227)</sup> الاستراتيجيات العويصة اللازمة للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ . وبالمثل، فقد اقترح آخرون تركيزا قريبا على تخفيض حاد في انبعاثات

الكربون الأسود، أو السخام، الذي يحبس الحرارة القادمة من الشمس والتي تستقر على سطح الجليد والثلوج<sup>(228)</sup> لزيادة امتصاص الحرارة وتعظيم نسبة الذوبان. وبتنفيذ هذين المقترحين معا، يمكن تخفيض الاحترار المحتمل إلى حد كبير بحلول العام 2050. وبالنظر إلى الوقت الطويل الذي انتظره العالم للبدء في كبح جماح هذه الانبعاثات، فنحن في حاجة إلى هذين المقترحين وأكثر من ذلك.

هناك تسربات ضخمة من غاز الميثان في عملية التكسير الهيدرولي قبل تثبيت المعدات في مكانها لاحتجاز الغاز على السطح. بعد تكسير التشكيلات الصخرية تحت الأرض بحقنها بسوائل ذات ضغط عالٍ، يكون هناك «تدفق عائد». وهذا يعني عندما تعود مياه التكسير، والمواد الكيميائية، والرمال المستخدمة في عملية التكسير الهيدرولي لتطوف على السطح مرة ثانية وتخرج من البئر، تكون هذه المواد تحتوي على كميات كبيرة من غاز الميثان، الذي إما ينطلق في الغلاف الجوي أو يحترق. على الرغم من أن العديد من كبار شركات التنقيب تتخذ خطوات لمنع هذا التسرب، فإن أغلبية شركات التنقيب الصغيرة «المستهترة وغير الآمنة» لا تفعل بذلك<sup>(229)</sup>. وعادة ما تُسرب كميات إضافية من الميثان في الغلاف الجوي في أثناء عمليات معالجة وتخزين وتوزيع الغاز. الحجم الكلي لغاز الميثان المتسرب كبير للغاية إلى درجة أن دراسات متعددة - بما في ذلك دراسة تحليلية لدورة الحياة أجراها أخيرا نيثان ميرفولد، الذي كان يعمل سابقا مع مايكروسوفت وهو مؤسس مشارك للمشاريع الفكرية، وكين كالديرا، عالم المناخ في قسم البيئة العالمية التابع لمؤسسة كارنيغي - وجدت الآن أن كل الفوائد تقريبا التي يحملها الغاز الطبيعي<sup>(230)</sup> بسبب انخفاض محتواه من الكربون مقارنة مع الفحم قد جرى إنكارها.

في عملياتها الجارية، تتطلب عملية التكسير الهيدرولي أيضا الحقن المستمر لكميات هائلة من المياه الممزوجة مع الرمل والمواد الكيميائية السامة في الصخر المحبوس بداخله الغاز. الشرط الذي يتطلب في المعدل خمسة ملايين غالون من المياه لكل بئر<sup>(231)</sup> يسبب الآن صراعات في المناطق التي تعاني الجفاف وشح المياه. في العديد من المجتمعات، ولا سيما في المناطق القاحلة في الغرب الأمريكي، كانت المنافسة على موارد المياه الشحيحة حادة حتى قبل انتشار عملية التكسير

الهيدرولي المتعطشة للمياه<sup>(232)</sup>. في أنحاء من ولاية تكساس، تُحفر آبار التكسير الهيدرولي في المجتمعات حيث<sup>(233)</sup> يحدُّ نقص مخزون المياه الآن من استخدامها للشرب والزراعة.

تلوث عملية التكسير في بعض الأحيان أيضا عن غير قصد مستودعات المياه الجوفية الثمينة. على الرغم من أن الصخور الحاملة للغاز تكون في العادة في أماكن أعمق بكثير من مستودعات المياه الجوفية التي توفر مياه الشرب، فإن تسرب السوائل الجوفية نحو الأعلى ليس مفهوما بشكل جيد ومن الصعب التنبؤ أو التحكم فيه. يجري العثور على كثير من الرواسب في الأماكن التي تجري فيها عمليات التكسير الهيدرولي في حقول النفط والغاز الممتلئة بالآبار القديمة المهجورة التي حُفرت قبل عقود من الزمن في البحث عن احتياطات يمكن إنتاجها عبر الوسائل التقليدية. يمكن الاستفادة من هذه الآبار القديمة كمداخن للتسرب الصاعد لكل من غاز الميثان وسوائل الحفر<sup>(234)</sup>.

تكهن البعض بأن حفر الآبار المهجورة والمعالم الأخرى غير المفهومة جيدا لطبقات الأرض العميقة قد يكون المسؤول عن حقيقة بأن الكثير من آبار المياه الموجودة التي تقع على مسافة بعيدة فوق منطقة الحفر الأفقي الجاري قد أصبحت الآن سامة بسبب سوائل التكسير الهيدرولي. وقد اكتشفت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة أن السوائل المستخدمة للتنقيب عن الغاز في وايومنغ هي السبب المرجح للتلوث الذي حدث في مستودعات المياه الجوفية فوق المنطقة التي جرت فيها عملية التكسير الهيدرولي<sup>(235)</sup>. وكانت هناك تقارير عن تلوث مماثل بسبب التكسير الهيدرولي في مناطق أخرى، بيد أن تحقيقات وكالة حماية البيئة تعثرت بسبب قانون استثنائي أقر في العام 2005 بناء على طلب من نائب الرئيس ديك تشيني<sup>(236)</sup>، يُمنح بموجبه إعفاء خاص لأنشطة التكسير الهيدرولي من رقابة الحكومة الأمريكية بموجب قانون مياه الشرب الآمنة وقانون المياه النظيفة. بيد أن الصناعة تشكك في معظم هذه التقارير، وتعتقد أنه مهما يكن من أمر فإن تلوث بعض آبار المياه هو ثمن بخس يُدفع؛ حيث قال أخيرا الرئيس التنفيذي لشركة إكسون موبيل، ريكس تيلرسون، على سبيل المثال، «إن العواقب المترتبة على خطأ ما في بئر<sup>(237)</sup>، التي قد تكون كبيرة بالنسبة إلى الناس الذين يعيشون مباشرة

حول ذلك البئر، ليست إلا أمورا بسيطة في ظل المشروع الكبير». بيد أن المقاومة السياسية التي يديها ملاك الأراضي<sup>(238)</sup> تشهد تناميا في عديد من المناطق. بعد أن يُستخدم سائل التكسير، يجب التخلص منه باعتباره فضلات مياه سامة. وفي كثير من الأحيان، يُعاد ضخه في أعماق الأرض بطريقة تسببت في إحداث هزات أرضية متعددة صغيرة (عدمة الأضرار عادة)<sup>(239)</sup>، وفي بعض الحالات، يزعم أنه تسرب إلى داخل مستودعات المياه الجوفية<sup>(240)</sup>. في الواقع، عمليات التخلص من سوائل التكسير المستخدمة هي أحد المصادر الشائعة لحالات التذمر أكثر من عمليات الحقن الأولى<sup>(241)</sup> التي تبدأ عملية التكسير. وفي أماكن أخرى، يُخزن هذا السائل المستخدم في عملية التكسير في برك مائية مفتوحة في الهواء الطلق تفيض أحيانا بعد هطول أمطار غزيرة. وفي بعض الأوقات تُرش هذه السوائل على الطرقات لمنع الغبار ظاهريا<sup>(242)</sup>.

يرى أنصار الغاز الصخري أن هناك تدابير للسلامة يمكن أن تخفف كثيرا من هذه المشاكل، على الرغم من أن معظمهم يدعي بشكل مراوغ أن الصناعة ستعتمد هذه التدابير طوعيا، على الرغم من تكاليفها الباهظة. على النقيض من ذلك، فقد طالب بشكل علني جورج بي. ميتشل من هيوستن، تكساس، المخضرم في صناعة النفط والغاز الذي مهد الطريق لعملية التكسير الهيدرولي، بإصدار قوانين حكومية لضبط هذه العملية. وقد نقلت مجلة فوربس عن ميتشل قوله: «يجب أن تكون لديهم ضوابط صارمة جدا. وينبغي على وزارة الطاقة القيام بذلك». وأضاف قائلا: «إذا لم يفعلوا ذلك بشكل صحيح، قد تكون هناك مشاكل .... فمن الصعب ضبط الشركات المستقلة. ولكن إذا ارتكبت أخطاء خطيرة ينبغي معاقبتها»<sup>(243)</sup>.

ولكن حتى إن مَشَتْ قوانين السلامة الجديدة وفق ما هو مخطط لها، وحتى إن ضُبط تسرب غاز الميثان بإحكام، فسيبقى احتراق الغاز الطبيعي يُنتج كما هائلا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ . حقيقة أن هذه الانبعاثات من الناحية النظرية يمكن تخفيضها لتصل إلى المستوى الذي يمثل نصف الانبعاثات فقط من الفحم قد جرى اعتمادها من قبل أنصار الغاز الصخري كتطور جديد على السؤال القديم: هل الكأس نصف ممتلئ أم نصف فارغ؟ فهم يقدمون حقيقة مغرية وهي أن التحول إلى استخدام الغاز يعني أننا يمكن أن نخفض الانبعاثات إلى النصف في

القطاعات التي تعتمد حالياً على الفحم. ولكن هنا تكمن المشكلة: الغلاف الجوي في حد ذاته ممتلئ بالفعل بشكل كامل. ونسب تركيز تلوث الاحترار العالمي وصلت بالفعل إلى معدلات خطيرة.

### التفكير بواقعية

ونتيجة لذلك، فإن حل أزمة المناخ يتطلب خفض الانبعاثات ليس بنسبة قليلة، وإنما بنسبة كبيرة جداً. ينبغي علينا البدء بتخفيض صافي الإضافات من غازات الاحتباس الحراري بنسبة لا تقل عن 80 إلى 90 في المائة - وليس بنسبة 50 في المائة - لكي نضمن أن إجمالي التركيزات لا يتجاوز نقطة الذروة المحتملة<sup>(244)</sup> قبل البدء في الانخفاض. الاستمرار في إضافة كميات إضافية من غازات الاحتباس الحراري بمعدل يفوق بكثير المعدل البطيء لسحب غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  من الغلاف الجوي من قبل المحيطات والمحيط الحيوي سوف يدفع إلى أجل بعيد أي إمكانية لتخفيض معدلات التركيز الإجمالية. الاعتماد على الغاز ليكون «جسر الوصل» الزمني اللازم للتحويل إلى مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن يكون مفيداً، ولكن الالتزام الطويل الأجل سيكون، في الواقع، معادلاً للاستسلام في الصراع من أجل ضمان أن تبقى الحضارة تنبض بالحياة.

في بعض النواحي، يشبه هذا التحدي ما يحدث في استنزاف المياه الجوفية والتربة السطحية. التجدد الطبيعي لتلك الموارد يحدث بجدول زمني أبطأ بكثير من معدل استنزافها بفعل الأنشطة البشرية. المعدل الطبيعي لإزالة غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  من الغلاف الجوي يحدث ببطء أكثر بكثير من معدل إضافتنا للتركيزات الإجمالية. إن الأنشطة البشرية، في جميع الحالات الثلاث، تسبب تغييرات أسرع بكثير من قدرة الطبيعة على التأقلم معها.

المشكلة الأساسية هي أن القوة والزخم الجديد لشركة الأرض يصطدمان بقوة وبشكل ساحق مع التوازن البيئي للأرض. الاستهلاك الجائر للموارد المحدودة وإنتاج كميات غير محدودة من التلوث، كلاهما لا ينسجم على حد سواء مع استمرار عمل النظام البيئي للأرض بطريقة تدعم بقاء الحضارة الإنسانية. كما ذكرنا سابقاً، فإن غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  الموجود في «الاحتياطيات المؤكدة» من النفط،

والفحم، والغاز المسجلة سابقا في دفاتر حسابات شركات الوقود الكربوني والدول السيادية يفوق بأضعاف الكمية التي يمكن إضافتها بأمان إلى الغلاف الجوي - والاحتياطات غير التقليدية التي جرت المباشرة الآن باستخلاصها من المرجح أن تكون أكبر بكثير.

لقد أدى ازدهار الغاز الصخري في الولايات المتحدة إلى تسابق محموم للتنقيب عن الغاز الصخري في الصين، وأوروبا<sup>(245)</sup>، وأفريقيا وأماكن أخرى<sup>(246)</sup>، مما يُطلق شبح الالتزام العالمي الطويل الأجل بالغاز على حساب مصادر الطاقة المتجددة على المدى الطويل. بيد أن إنتاج هذا المورد خارج الولايات المتحدة لا يزال محدودا جدا حتى الآن. في الصين، حيث يعتقد علماء الجيولوجيا أن المخزون قد يكون أكبر بمرتين ونصف المرة من حجم احتياطات الغاز الصخري في الولايات المتحدة، تتطلب الجيولوجيا تحت الأرض تقنيات تختلف عن تلك المستخدمة في الولايات المتحدة، ما يجعل من خيار النقل السهل لتقنيات الحفر الأفقي وتقنيات التكسير الهيدروليكي من الولايات المتحدة إلى الصين أمرا معقدا<sup>(247)</sup>. فضلا على أن الاستخدام المسرف للماء في عملية التكسير الهيدروليكي، كما يجري في غرب الولايات المتحدة، قد يفرض قيودا على استخدام هذه العملية - لا سيما في شمال وشمال غرب الصين<sup>(248)</sup>، حيث يوجد هناك نقص مستشري في المياه.

ومع ذلك، لا يزال الزخم في الاقتصاد العالمي يتعاظم نحو الاستغلال الكامل للغاز الصخري وإنتاجه. ولدى بعض المحللين حجة مقنعة مفادها أنه إذا تمت السيطرة بإحكام على «الانبعاثات الشاردة»، فإن استبدال الفحم بالغاز قد يؤدي إلى انخفاض مؤقت ولكنه مهم في المقدار الصافي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. في العام 2012، فيما وصفه معظم المحللين بأنه تطور لافت، انخفضت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> في الولايات المتحدة إلى أدنى مستوى لها منذ عشرين عاما - ويعود ذلك جزئيا إلى التباطؤ الاقتصادي، واعتدال فصلي الخريف والشتاء، والاستخدام المتزايد للطاقة المتجددة والزيادات في الكفاءة، ولكن أيضا بسبب تحول المرافق الكهربائية من استخدام الفحم إلى استخدام الغاز الطبيعي<sup>(249)</sup>.

قبل سنوات كنت من بين أولئك الذين ينصحون بزيادة استخدام الغاز الطبيعي التقليدي كجسر وقود للتخلص التدريجي من استخدام الفحم بسرعة أكبر بينما



كانت تكنولوجيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح تُنتج بمعدلات كافية لتخفيض أسعارها بشكل أكبر مما هي عليه. ومع ذلك، فمن الواضح على نحو متزايد أن الأثر الصافي للغاز الصخري في البيئة قد لا ينسجم في نهاية المطاف مع استخدامه كجسر وقود. سيجد المجتمع الدولي برمته صعوبة في توظيف الاستثمارات الضخمة اللازمة للتحويل من الفحم إلى الغاز، ومن ثم الالتفاف وتوظيف استثمارات كبيرة بالتساوي لاستبدال الغاز بتكنولوجيات الطاقة المتجددة. وهذا أمر يصعب تصديقه. وبعبارة أخرى، قد يكون جسرا لا يصل إلى أي مكان.

لم تخفض الإمدادات الجديدة من الغاز الصخري من أسعار الطاقة إلى درجة تجعل تكنولوجيات الطاقة المتجددة تواجه مزيدا من المتاعب للتنافس فحسب، ولكن إذا كانت الدراسات التي تبين أنه لا توجد فائدة صافية بما يتعلق بغازات الاحتباس الحراري عند التحويل إلى الغاز الصخري صحيحة، فإن هذا قد يؤدي إلى أسوأ الحالات الممكنة: استثمارات ضخمة في الغاز الصخري ستحوّل الأموال عن الاستثمار في الطاقة المتجددة، وتفاقم أزمة المناخ في هذه الأثناء. الفائدة الوحيدة للغاز الصخري هي أنه سيؤدي إلى التخلص التدريجي من الفحم بشكل أسرع، على الأقل في الولايات المتحدة.

يحتوي الفحم على أعلى نسبة من الكربون<sup>(250)</sup> من أي وقود آخر وتنبعث منه أكبر نسبة من غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  لكل وحدة طاقة ينتجها. وهو يسبب تلوث الهواء المحلي والإقليمي، بما في ذلك انبعاثات أكسيد النيتروز (السبب الرئيس للضباب الدخاني)، وثاني أكسيد الكبريت (السبب المستمر للأمطار الحمضية)، والملوثات السامة مثل الزرنيخ والرصاص. يُخلّف حرق الفحم أيضا كميات كبيرة من الأوحال السامة - وهي ثاني أكبر مجرى للنفايات الصناعية في الولايات المتحدة الأمريكية - التي تُضخ عادة في بحيرات ضخمة كتلك التي اجتاحت جدارا مانعا وغمرت قبل أربع سنوات أجزاء من مدينة هاريمان، في ولاية تينيسي، حيث أقطن<sup>(251)</sup>.

ما هو ذو أهمية خاصة، هو أن حرق الفحم هو المصدر الرئيس للزئبق الذي يتسبب به الإنسان في البيئة<sup>(252)</sup>، وهو أحد الملوثات ذات السمية العالية الذي يسبب إصابات عصبية، ويؤثر سلبا في المهارات الإدراكية، والقدرة على التركيز،

والذاكرة، والمهارات الحركية الدقيقة، وغيرها من التأثيرات. في الولايات المتحدة تحتوي جميع الأسماك والمحار تقريبا على الأقل على قدر ما من ميثيل الزئبق<sup>(253)</sup> الذي نشأ في محطات توليد الطاقة التي تحرق الفحم. ولهذا السبب بشكل رئيس يعتبر العديد من الأسماك والمحار خطرا في النظام الغذائي للنساء الحوامل والنساء المقبلات على الحمل، والأمهات المرضعات، والأطفال الصغار. (بما أن تناول السمك مفيد لنمو الدماغ، تُنصح النساء الحوامل بتناول الأسماك ذات المحتوى المنخفض من الزئبق وليس تجنب تناول الأسماك بشكل مطلق).

ولكن أسوأ الأضرار من حرق الفحم هو دورها المهيمن في التسبب في ظاهرة الاحترار العالمي. على الرغم من أن المعارضة الشعبية في الولايات المتحدة قد أسهمت في إلغاء مشاريع مقررة لبناء 166 مصنعا جديدا للفحم<sup>(254)</sup>، لا يزال استخدام الفحم ينمو بسرعة في العالم بأسره. وهناك مشاريع مقررة حاليا في 59 دولة لبناء ما يقدر بنحو 1,200 مصنع جديد للفحم<sup>(255)</sup>. في إطار الخطط الحالية، من المتوقع أن يزداد الاستخدام العالمي للفحم بنسبة 65 في المائة في العقدين المقبلين<sup>(256)</sup>، ليحل محل النفط كأكبر مصدر للطاقة في جميع أنحاء العالم.

يعتبر الفحم رخيصا وذلك بشكل رئيس لأن نظام المحاسبة المعوج بشكل غير معقول الذي نستخدمه لحساب تكلفته يستثني بصورة اعتباطية أي اعتبار لكل الضرر الناجم عن حرقه. يعمل بعض المهندسين على إجراء تحسينات على عملية معروفة منذ فترة طويلة لتحويل احتياطات الفحم في باطن الأرض إلى غاز يمكن استخراجها إلى السطح كوقود. ولكن إذا كان يُراد استكمال هذه التكنولوجيا بشكل متقن، فإن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  ستستمر في تدمير النظام البيئي للأرض<sup>(257)</sup>.

يحتوي النفط، الذي يعتبر ثاني أكبر مصدر لتلوث الاحترار العالمي، على نسبة تتراوح ما بين 70 إلى 75 في المائة من الكربون في الفحم لكل وحدة من الطاقة المنتجة<sup>(258)</sup>. وعلاوة على ذلك، فإن معظم المنابع النفطية الجديدة المتوقعة - في شكل الزيت الحجري، والحفر في أعماق المحيطات، ورمال القار (ليس فقط في كندا، ولكن أيضا في فنزويلا وروسيا، وأماكن أخرى غيرها) - هي أكثر تكلفة بكثير للإنتاج ولها آثار أشد قسوة في البيئة<sup>(259)</sup>.

النفط التقليدي مُثَقَّلٌ بمشاكل أخرى ليست موجودة لدى الفحم. معظم النفط القابل للاستخلاص بسهولة في العالم يوجد في مناطق مثل الخليج العربي غير المستقرة سياسياً واجتماعياً. فقد اندلعت مسبقاً العديد من الحروب في الشرق الأوسط لأسباب تشمل المنافسة للوصول إلى منابع النفط. تصميم إيران على مواصلة جهودها في تطوير الأسلحة النووية، والاضطرابات السياسية القائمة في عدة بلدان في المنطقة، والخطر الاستراتيجي الذي يهدد بخسارة الوصول إلى هذه المنابع النفطية، يجعل أسعار النفط متقلبة بشكل كبير.

على الرغم من أن معظم المناقشات التي تدور حول مسألة خفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  تتركز على الانبعاثات الصناعية، وانبعاثات المرافق، والمركبات، من المهم أيضاً تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وتعزيز احتباسه في قطاعات الزراعة والغابات التي تشكل معا ثاني أكبر مصدر للانبعاثات. وكما يوضح منحنى كيلينغ Keeling Curve، فإن كمية ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  الموجودة في الغطاء النباتي، خصوصا الأشجار، هائلة. وهي تعادل ما يقارب ثلاثة أرباع الكمية الموجودة في الغلاف الجوي<sup>(260)</sup>.

تتعرض كبرى الغابات الاستوائية، وهي غابة الأمازون، منذ عقود للاعتداء على يد المطوِّرين، والحطَّابين، ومرَّبي الماشية، ومزارعي الكفاف، وعلى الرغم من أن حكومة الرئيس السابق لويز إيناسيو لولا دا سيلفا اتخذت تدابير فعَّالة لإبطاء عمليات تدمير غابات الأمازون، فإن خليفته أجرى تغييرات في السياسة أكفأت<sup>(261)</sup> بعض التقدم الذي جرى إحرازه سابقاً، علماً بأن معدل إزالة الغابات تراجع في العام 2012. في العقد الماضي، تعرضت منطقة الأمازون لضربات قاسية في العام 2005 ومرة أخرى في العام 2010 بسبب موجات الجفاف النادرة التي لا تحدث إلا «مرة واحدة في كل قرن من الزمان» (أو بالأحرى، موجات الجفاف التي لا تحدث إلا «مرة واحدة في كل قرن من الزمان» قبل التعديلات المناخية التي صنعها الإنسان). دَفَعَ هذا الأمر بعض الباحثين في مجال الغابات إلى تجديد مخاوفهم بشأن توقع نموذج حاسوبي مثير للجدل تنبأ بإمكان «الموت التدريجي» المأساوي لغابات منطقة الأمازون بحلول منتصف هذا القرن<sup>(262)</sup> إذا ما استمرت درجات الحرارة في الارتفاع.

تأتي كمية متزايدة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في العالم من عمليات القطع، والتجفيف، والحرق المتعمد للغابات وأراضي الخث - خصوصا في إندونيسيا وماليزيا- من أجل إقامة مزارع زيت النخيل<sup>(263)</sup>. وفقا لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، تحتوي أراضي الخث على أكثر من ثلث المجموع العالمي للكربون في التربة<sup>(264)</sup>. وعلى الرغم من أن كلتا الحكومتين قدمتا وعودا شفوية لبذل الجهود من أجل كبح جماح هذه الممارسة المدمرة، فإن الفساد المستشري قوّض أهدافهم المعلنة. ممارسات الحوكمة الرديئة جدا هي من ضمن الأسباب الرئيسة لإزالة الغابات في كل مكان تحدث فيه تقريبا - ويعود ذلك جزئيا إلى أن 80 في المائة من الغطاء الحرجي العالمي موجود في الغابات المملوكة للقطاع العام<sup>(265)</sup>.

تعرض الغابات الاستوائية أيضا للاعتداء في وسط وجنوب وسط أفريقيا- لا سيما في السودان وزامبيا، وأرخبيل الجزر الواقعة في جنوب شرق آسيا- بما في ذلك الأرخبيل في بابوا غينيا الجديدة، وإندونيسيا، وبورنيو والفلبين<sup>(266)</sup>. في العديد من البلدان الاستوائية، يسهم الطلب الزائد على اللحوم في النظام الغذائي في العالم إلى حد كبير في إزالة الغابات من أجل تربية المواشي خصوصا الأنعام<sup>(267)</sup>. وكما ذكرنا في الفصل 4 من هذا الكتاب، فإن ازدياد كثافة استهلاك اللحوم في الوجبات الغذائية حول العالم له تأثير كبير خصوصا في استخدام الأراضي لأن كل رطل من البروتين الحيواني يتطلب استهلاكاً أكثر من سبعة أرطال من البروتين النباتي.

الغابات الشمالية الهائلة في روسيا، وكندا، وألاسكا، والنرويج، والسويد، وفنلندا (وأجزاء من الصين، وكوريا، واليابان) هي أيضا في خطر كبير. أظهرت التقديرات الجديدة الأخيرة لكمية الكربون المخزنة في هذه الغابات - ليس فقط في الأشجار، ولكن أيضا في التربة العميقة، التي تحتوي على عديد من أراضي الخث الغنية بالكربون - بأن ما يصل إلى 22 في المائة من مجمل الكربون المخزن<sup>(268)</sup> على سطح الأرض وفي باطنها موجود في هذه الغابات الشمالية.

في الغابة الشمالية في روسيا - التي تعتبر بكل المقاييس أكبر امتداد متواصل للأشجار على كوكب الأرض- تختفي الأشجار الصنوبرية التي كانت سائدة ويجري استبدالها بأشجار الشوح Fir وأشجار التنوب الصنوبرية spruce. عندما تتساقط إبر شجرة الأرز في فصل الشتاء، على عكس تلك التي في أشجار الشوح والتنوب،

ينعكس ضوء الشمس الذي يمر عبر الأغصان الجرداء بواسطة الغطاء الثلجي مرتداً إلى الفضاء، مما يبقي الأرض متجمدة. على النقيض من ذلك، عندما تبقى الإبر الصنوبرية على الأشجار وتمتص الطاقة الحرارية من أشعة الشمس، تزداد درجات الحرارة على مستوى سطح الأرض، وبالتالي يتسارع ذوبان الثلوج وذوبان سهل التندرا في المنطقة القطبية الشمالية. وبالتالي يتعطل التكافل المعقد القائم بين الصنوبر والتندرا<sup>(269)</sup>، ما يتسبب في اختفائهما معاً. تتعرض ملايين العلاقات التكافلية المماثلة القائمة في الطبيعة للتعطل أيضاً.

على الرغم من أن بعض المقاطعات الكندية لديها سياسات رائعة تتطلب الحراثة المستدامة والحد من الأضرار الناجمة عن عمليات قطع الأشجار، فإن روسيا لا تمتلك مثل هذه السياسات. وفي كل من روسيا وأمريكا الشمالية، يجري تدمير الغابات بفعل تأثير الاحترار العالمي في موجات الجفاف، والحرائق، والحشرات. لقد وسّعت الخنافس نطاق انتشارها مع ارتفاع متوسط درجات الحرارة، وتضاعفت أعدادها بسرعة مع تضاؤل فترات الطقس البارد التي كانت توقف تمددها وانتشارها. في العديد من المناطق تتكاثر هذه الخنافس الآن بمعدل ثلاثة أجيال في كل صيف بدلاً من جيل واحد<sup>(270)</sup>. في العقد الماضي، تعرّض أكثر من 27 مليون فدان (110,000 كيلومترات مربعة) من الغابات في غرب الولايات المتحدة وكندا إلى خراب هائل بفعل «الاجتياح غير المسبوق لخنافس الصنوبر الجبلية»<sup>(271)</sup> على حد وصف خبراء التنوع البيولوجي في الأمم المتحدة.

في المناطق الجبلية، يحرم الذوبان المبكر للكتل الجليدية الأشجار من إمدادات المياه اللازمة خلال أشهر الصيف الحارة، الأمر الذي يزيد من إمكان تعرضها للجفاف. ذكّر أحد الخبراء الذين يدرسون هذه القضايا، وهو روبرت ل. كرابرتي، لصحيفة نيويورك تايمز أخيراً «لقد بدأ الكثير من علماء البيئة من أمثالي في الاعتقاد بأن كل هذه العوامل، مثل الحشرات والحرائق، ليست سوى أسباب جانبية، وأن المذنب الحقيقي هو شح المياه الناجم عن تغير المناخ»<sup>(272)</sup>.

تُضعف حالات الجفاف الأشجار وتجعلها أكثر عرضة للخنافس. والعدد المتزايد لحرائق الغابات، وفق ما أثبت العلماء منذ زمن طويل، آخذٌ في الارتفاع في تناسب طردي مع ارتفاع درجات الحرارة<sup>(273)</sup>. ليس هناك أي شك في أن التغيرات في

ممارسات إدارة الغابات قد أسهمت على مدى العقود القليلة الماضية في خطر، وتكرارية، وحجم العديد من حرائق الغابات. ولكن الآثار التي لا تعد ولا تحصى لظاهرة الاحترار العالمي على الحرائق يتجاوز بكثير أثر الممارسات الإدارية.

وفقا للخبراء، فإن حجم الخسائر في المناطق التي تتعرض لإزالة الغابات لم يسبق له مثيل على الإطلاق، ونتيجة لذلك، تُطلق كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في الغلاف الجوي. ومثل سهل التندرا في القطب الشمالي، تحتوي الغابات الكبرى في العالم على كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، في الأشجار والنباتات نفسها<sup>(274)</sup>، وفي التربة التي تحتها، وفي قممات الغابات التي تغطي تربتها. ولربما أصبحت بالفعل الغابات الشمالية الكبرى في كندا وألاسكا المساهم الجلي في مستويات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في الغلاف الجوي، وليس «البالوعة» الصافية، التي تسحب ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في أثناء نمو الأشجار<sup>(275)</sup>.

إذا كانت العناصر الغذائية الملائمة متوافرة، فإن ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  الزائد في الغلاف الجوي لديه القدرة على تحفيز نمو مزيد من الأشجار، علما بأن معظم الخبراء يشيرون إلى أن عوامل مُقيّدة أخرى مثل توافر المياه وزيادة التهديدات من الحشرات والحرائق تهيمن على هذه الإمكانية. ومع ذلك، وعلى الرغم من هذه الخسائر المدمرة في أراضي الغابات، فقد تباطأت الخسارة الصافية في السنوات الأخيرة، ويرجع ذلك بشكل رئيس إلى زرع غابات جديدة، وإلى إعادة النمو الطبيعي للأشجار في الأراضي الزراعية المهجورة. ووفقا للأمم المتحدة، فإن معظم إعادة النمو حدث في المناطق المعتدلة، بما في ذلك المناطق الحرجية الواقعة شرق أمريكا الشمالية، وأوروبا، والقوقاز، وآسيا الوسطى<sup>(276)</sup>. ووفقا لإحدى الدراسات، فإن النجاح في خفض معدل إزالة الغابات إلى النصف بحلول العام 2030 سوف يوفر ما قدره 3.7 تريليون دولار من التكاليف البيئية<sup>(277)</sup>.

قادت الصين العالم في مجال زراعة الأشجار الجديدة؛ وفي الواقع، على مدى السنوات القليلة الماضية، زرعت الصين 40 في المائة من مجمل عدد الأشجار التي جرت زراعتها في بقية أنحاء العالم<sup>(278)</sup>. منذ العام 1981، وجميع المواطنين في الصين الذين تزيد أعمارهم عن الحادية عشرة (والذين دون الستين من عمرهم) مطالبين

رسميا بزراعة ثلاث أشجار على الأقل سنويا<sup>(279)</sup>. إلى هذا التاريخ، زرعت الصين نحو 100 مليون فدان من الأشجار الجديدة<sup>(280)</sup>. بعد الصين، تشمل الدول التي لديها أكبر مكاسب صافية في الأشجار كلا من الولايات المتحدة، والهند، وفيتنام، وإسبانيا<sup>(281)</sup>. وللأسف، فإن العديد من هذه الغابات الجديدة تضم نوعا واحدا فقط من الأشجار، ما ينجم عنه انخفاض حاد في التنوع البيولوجي للحيوانات والنباتات التي تدعمها الغابة الأحادية الزراعة، مقارنة بالتنوع الغني الذي تدعمه الغابة الأساسية الصحية المتعددة الأصناف<sup>(282)</sup>.

بسبب كل العناية المطلوبة التي تُولى لعملية احتباس الكربون في الأشجار والنباتات، فإن كمية الكربون المحتبسة في الأقدام القليلة الأولى من التربة<sup>(283)</sup> (بشكل أساسي على 10.57 في المائة من مساحة اليابسة على سطح الأرض التي تغطيها الأراضي الصالحة للزراعة)<sup>(284)</sup> تصل تقريبا إلى ضعف كمية الكربون الموجودة في الغطاء النباتي والغلاف الجوي معا. وبالفعل، وقبل الثورة الصناعية بكثير أدى تبني الفحم والنفط كمصدرين أساسيين للطاقة في العالم، وإطلاق ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  من فلاح الأرض وتراجع خصوبة التربة بشكل كبير إلى زيادة معدلات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في الجو. ووفق بعض التقديرات، فإن ما يقرب من 60 في المائة من الكربون الموجود عادة في التربة، والأشجار، والنباتات الأخرى تنبعث في الغلاف الجوي عن طريق إزالة الأشجار من الأراضي لأغراض الزراعة والتوسع المدني منذ القرن الثامن عشر 1800.

تواصل الأساليب الزراعية والصناعية الحديثة - التي تعتمد على الفلاحة والزراعة أحادية النوع، والاستخدام المكثف للأسمدة النيتروجينية الاصطناعية - إطلاق ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  في الغلاف الجوي عن طريق استنزاف الكربون العضوي الموجود في التربة السليمة. تسهل فلاحة الأرض من عملية حت الرياح والمياه للتربة السطحية؛ والاعتماد على الزراعات أحادية النوع، عوضا عن الزراعة المختلطة وتدوير المحاصيل، يمنع الاستعادة الطبيعية لسلامة التربة؛ واستخدام الأسمدة النيتروجينية الاصطناعية له تأثير لا يختلف عن تأثير منشطات الستيرويد: فهي تعزز نمو النباتات على حساب سلامة التربة وتتداخل مع الاحتباس الطبيعي<sup>(285)</sup> للكربون العضوي في التربة.

يؤدي تحويل الأراضي الزراعية إلى مزارع الوقود الحيوي أيضا إلى زيادة صافية في ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، فيما تشجع على تدمير مزيد من أراضي الغابات، إما بشكل مباشر، كما في حالة غابات الخث - أو بشكل غير مباشر، عن طريق دفع مزارعي الكفاف إلى إزالة المزيد من الغابات<sup>(286)</sup> لتحل محل الأرض التي كانوا يستخدمونها للزراعة. وكما اعترفت في السابق علنا، فقد ارتكبت خطأ في دعم برامج الجيل الأول من الإيثانول عندما كنت في منصبتي في الحكومة الأمريكية، لأنني كنت أعتقد حينها أن التخفيضات الصافية لثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  ستكون مهمة عندما يحل الوقود الحيوي محل المنتجات النفطية. لقد أثبتت الحسابات التي أجريت منذ ذلك الحين أن هذا الافتراض كان خاطئا<sup>(287)</sup>. وأيضا لم نتوقع مسبقا - أنا وآخرون غيري - هذا النمو السريع للوقود الحيوي والحجم الهائل الذي وصل إليه الآن وفي جميع أنحاء العالم.

### انقراض الأنواع

تدمير الغابات - ولا سيما الغابات الاستوائية الغنية في التنوع البيولوجي - هو أيضا أحد العوامل الرئيسية، إلى جانب الاحترار العالمي، التي تقود إلى ما يعتبره معظم علماء الأحياء أسوأ عواقب الأزمة البيئية العالمية: موجة انقراض مفاجئة لديها القدرة على التسبب في خسارة 20 إلى 50 في المائة من جميع الأنواع الحية على الأرض في هذا القرن<sup>(288)</sup>.

يجري بالفعل حبس الكثير من الحرارة عن طريق تلوث الاحتراق الحراري بحيث إن متوسط درجات الحرارة العالمي يتزايد بسرعة أكبر بكثير من وتيرة تأقلم عديد من الحيوانات والنباتات معها. ولعل البرمائيات تبدو في الظاهر الأكثر عرضة للخطر خلال هذه المرحلة المبكرة، مع أنواع متعددة من الضفادع، والعلاجم، والسَّمندر، وغيرها تنقرض بمعدل سريع في جميع أنحاء العالم. ما يقرب من ثلث جميع أنواع البرمائيات<sup>(289)</sup> معرضة بشكل كبير لخطر الانقراض و50 في المائة منها تتراجع أعدادها. وقد وجد الخبراء أنه بالإضافة إلى تغير المناخ وفقدان الموائل، تعرّضت العديد من البرمائيات للإصابة بمرض فطري متفشي<sup>(290)</sup>، يمكن أن يكون مرتبطا أيضا



بظاهرة الاحترار العالمي. كائنات الشعاب المرجانية، كما ذكرنا في وقت سابق، تواجه أيضا خطر الانقراض المتزايد بسرعة.

وفقا للخبراء، فإن العوامل الأخرى التي تقود حالة الانقراض العالمية تشمل، بالإضافة إلى الاحترار العالمي وإزالة الغابات، تدمير الموائل الرئيسة الأخرى مثل الأهوار والشعاب المرجانية، والتلوث السام الذي يسببه الإنسان، والأنواع الغازية، واستغلال الإنسان الجائر لبعض الأنواع. عديد من الأنواع البرية في أفريقيا مهدد بشكل خاص بالصيد الجائر وانتهاك الأنشطة البشرية<sup>(291)</sup> لمناطق وجودها، خاصة تحويل المناطق البرية إلى مناطق للزراعة.

كانت هناك خمس حالات انقراض في الـ 450 مليون سنة الماضية. على الرغم من أن بعضها لا يزال غامضا حتى الآن، فإن آخرها، قبل 65 مليون سنة (عندما انتهى عصر الديناصورات) كان بسبب تحطم نيزك ضخم على الأرض<sup>(292)</sup> بالقرب من جزيرة يوكاتان. وعلى خلاف حالات الانقراض الخمس السابقة، والتي حدثت جميعها بفعل عوامل طبيعية، فإن حالات الانقراض اليوم «مدفوعة بالكامل بفعل الإنسان»، على حد تعبير عالم الأحياء البارز إي. أو. ويلسون<sup>(293)</sup>.

هناك العديد من أنواع النباتات والحيوانات التي تضطر إلى الهجرة إلى مناطق مرتفعة، شمالا في نصف الكرة الشمالي وجنوبا في نصف الكرة الجنوبي (وجدت إحدى الدراسات المعمّقة أن النباتات والحيوانات تتحرك بمعدل 3.8 ميل في كل عقد نحو القطبين)<sup>(294)</sup>، وإلى مرتفعات عالية (على الأقل في الأماكن التي توجد فيها مناطق مرتفعة يمكن الهجرة إليها). وجدت إحدى الدراسات المشمولة في استبيانات القرن الخاصة بالحيوان في حديقة يوسيميت الوطنية أن نصف الأنواع الجبلية قد انتقلت، بمتوسط ارتفاع<sup>(295)</sup> يصل إلى أكثر من 500 متر.

بعض هذه الأنواع عندما يصل إلى القطبين وقمم الجبال ولا يمكنه الذهاب إلى أبعد من ذلك<sup>(296)</sup>، يجري دفعه خارج الكوكب ونحو الانقراض. وتنقاد الأنواع الأخرى أيضا نحو الانقراض لأنها لا تستطيع الانتقال إلى موائل جديدة بالسرعة التي يتغير بها المناخ. وجدت دراسة حديثة أجرتها جامعة دوك للمؤسسة الوطنية للعلوم أن أكثر من نصف أنواع الأشجار في شرق الولايات المتحدة معرضة للخطر لأنها لا تستطيع التكيف مع تغير المناخ بالسرعة الكافية<sup>(297)</sup>.

ويرى العلماء أن ما يقرب من 25 في المائة من جميع أنواع النباتات تواجه خطر الانقراض على نحو متزايد<sup>(298)</sup>. ويخشى علماء الزراعة - بشكل خاص - من انقراض الأصناف البرية لنباتات المحاصيل الغذائية. هناك اثنا عشر مركزا مما يطلق عليها اسم المراكز الفافيلوفية Vavilovian للتنوع، نسبة إلى العالم الروسي العظيم نيقولا فافيلوف، الذي لقي زملاؤه مصرعهم بسبب المجاعة إبان حصار لينينغراد، وهم يأمنون الحماية للبذور التي جمعها من جميع أنحاء العالم. وقد ترك أحدهم رسالة مع مجموعة ضخمة من البذور التي لم تُمس، قائلا: «عندما يكون العالم بأسره في لهيب الحرب، سوف نحتفظ بهذه المجموعة لمستقبل الشعب». فافيلوف نفسه لقي حتفه في السجن بعد انتقاده لتروفيم ليسينكو<sup>(\*)</sup> الذي أدى إلى اضطهاده، واعتقاله، وإدانته، ومن ثم الحكم عليه بالإعدام.

تُعد البيوت القديمة للمحاصيل الغذائية مصادر وفيرة للتنوع الجيني الذي يشكل كنزا من الكنوز الدفينة لعلماء الوراثة الذين يبحثون عن السمات التي يمكن أن تساعد في توفير أسباب البقاء للمحاصيل الغذائية، وتكيفها مع الآفات الجديدة والظروف البيئية المتغيرة. بيد أن العديد من هذه المحاصيل قد تعرض للانقراض فعلا وغيرها مهدد بالانقراض بفعل مجموعة من العوامل المختلفة، التي تشمل التنمية، والزراعة أحادية النوع، وزراعة المحاصيل بصفوف أفقية، والحرب، وغيرها من المخاطر.

وتذكر اتفاقية الأمم المتحدة بشأن التنوع البيولوجي<sup>(299)</sup>، ضمن مجموعة أخرى من الأمثلة، أن عدد أصناف الأرز المزروعة محليا في الصين قد تراجع من 46 ألفا في خمسينيات القرن العشرين إلى ألف صنف قبل بضع سنوات. بنوك البذور كتلك التي أسسها فافيلوف للمرة الأولى تصنّف الآن وتخزن العديد من أصناف البذور. وقد تبوأ تروفيج مركز الصدارة في إنشاء أقبية تخزين محفورة في جوف الصخور الصلبة في سفالبارد، الواقعة في شمال الدائرة القطبية الشمالية، كإجراء احترازي لمستقبل البشرية<sup>(300)</sup>.

(\*) تروفيم ليسينكو (1898 - 1976)، هو عالم بيولوجي ومهندس زراعي روسي من أصول أوكرانية، وقد كان مقربا من ستالين. [المحررة].

فقدان الأنواع الحية التي نتشارك معها في الأرض، والتدمير الواسع النطاق للمناظر الطبيعية والموائل التي تسميها مئات الأجيال «بالوطن» ينبغي - جنبا إلى جنب، مع عواقب شتى أخرى من أزمة المناخ - أن يقودانا جميعا إلى التنبه إلى الالتزام الأخلاقي الذي نحملة تجاه أطفالنا وأحفادنا. العديد من أولئك الذين أدركوا فداحة هذه الأزمة لم يجروا تغييرات في حياتهم فقط، بل بدأوا أيضا في مطالبة حكوماتهم بإجراء تغييرات سياسية كبيرة تعتبر أساسية لضمان مستقبل الإنسان.

### مسار التقدم إلى الأمام

بصفة عامة، هناك أربع مجموعات من خيارات السياسة العامة التي يمكن استخدامها لتسيير الحلول لأزمة المناخ. أولاها وأكثرها أهمية، أنه يجب علينا استخدام السياسة الضريبية للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، وتحفيز الاعتماد الأسرع للتكنولوجيات البديلة. يعتبر معظم الخبراء أن ارتفاع ضريبة ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  بشكل كبير ومستمر هو الطريقة الأكثر فعالية لاستخدام قوى السوق في إحداث تحوّل واسع النطاق نحو اقتصاد منخفض الكربون.

يدرك الاقتصاديون، منذ زمن بعيد، أن الضرائب لها فوائد أكثر من مجرد زيادة الإيرادات للحكومات التي تفرضها؛ كما أنها - إلى حد ما على الأقل - تثبط وتقلل من الأنشطة الاقتصادية التي تخضع للضريبة. باستخدام الضرائب لضبط المستوى العام للتكلفة المنسوبة إلى إنتاج ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وغازات الاحتباس الحراري الأخرى، تستطيع الحكومات إرسال إشارة قوية إلى السوق تطلق، في أفضل الأحوال، العنان لإبداع رجال الأعمال وكبار المديرين التنفيذيين في البحث عن أكثر الطرق ذات الجدوى الاقتصادية من حيث التكلفة للحد من تلوث الاحتراق العالمي. وهذا هو السبب الذي دعاني إلى استخدام ضرائب ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  على مدى خمسة وثلاثين عاما باعتبارها أكثر السياسات المرّجّح نجاحها. وتطبيق هذه الضريبة بطريقة تصاعدية مع مرور الوقت سوف يعطي إشارة طويلة الأجل للصناعة وعامة الناس الذين يحتاجون إلى وضع خطط لإجراء تغييرات فعالة على مدى العقود المقبلة.

الضرائب، بطبيعة الحال، في كل الأماكن وعلى الدوام، لا تحظى بشعبية عند أولئك الذين يدفعونها. وبالتالي، يتطلب سَنُ هذه السياسة قيادة قوية وحازمة، وفي الحدود الممكنة، تمثيلا من كلا الحزبين. وتقديرا لتلك الوقائع السياسية البسيطة ولكن المهمة للحياة، كنت دائما أوصي بأن ترافق الضرائب المفروضة على ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> تخفيضات في الضرائب الأخرى بنسبة متكافئة.

مع الأسف، معظم الناس على استعداد أكبر الآن لتصديق أن الحكومة ستقوم بالفعل بفرض ضرائب جديدة، ولكنهم أقل استعدادا لتصديق أنها سترجع إليهم عوائد بصيغة أخرى. الحملة التي يقوم بها حلف المحافظين المعارض للإصلاحات في الولايات المتحدة منذ أربعين عاما تحت قيادة مصالح الشركات والنُخب في عالم الأعمال كانت ولاتزال فعّالة في تشويه صورة الحكومة على كل الصُعد، واتباع إستراتيجية «تجويع الوحش» التي تُركّز على المعارضة الشديدة لأي ضريبة من أي نوع كان، إلا إذا كانت هذه الضريبة تقع على عاتق العاملين بالأجر من ذوي الدخل المحدود.

لقد ربطت أشكال أخرى من هذا الاقتراح ضريبة ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> مع خطة للحسَم الضريبي، وذلك بإرسال شيك إلى كل دافعي الضرائب. في ظل هذا النهج، الذي يوصف أحيانا باسم نهج «الرسوم والأرباح» أو «حسَم الرسوم»، فإن أولئك الذين كانوا أكثر نجاحا في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> سيحققون بالفعل مكاسب مالية، أو يمكنهم استخدامها لدفع تكاليف تكنولوجيات أكثر كفاءة أو تكنولوجيات الطاقة المتجددة. وهناك أيضا شكل آخر، جرى تقديمه في الكونغرس الأمريكي في العام 2012، ولكن لم يجر التصويت عليه على الإطلاق، يُعاد بموجبه ثلثا الإيرادات التي تُجنى من ضريبة الكربون إلى دافعي الضرائب، ولكن يُخصص ثلث هذه الإيرادات<sup>(301)</sup> لتخفيض العجز في الميزانية. ومع الأسف، فإن المعارضة الراسخة ضد فرض أي نوع من الضرائب الجديدة - حتى إن كانت حيادية العوائد - زادت بالتالي من صعوبة جمع التأييد للإستراتيجية الوحيدة الأكثر فاعلية في حل أزمة المناخ، وهي ضريبة ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>.

هناك مجموعة ثانية من الخيارات السياسية تشمل استخدام الإعانات. في بادئ الأمر يجب علينا - على الفور - إلغاء الإعانات القائمة التي تشجع على استهلاك

الوقود الأحفوري. في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، يذهب ما يقرب من 4 مليارات دولار سنويا - من المبالغ المخصصة أساسا لإعانات خاصة للضريبة - إلى شركات الوقود الكربوني<sup>(302)</sup>. في الهند، كمثال آخر، هناك دعم حكومي كبير لأكثر سائل وقود متلوث وهو الكيروسين<sup>(303)</sup>.

وعوضا عن ذلك، يتعين على الحكومات توفير إعانات دعم قوية لتطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة، على الأقل إلى أن تصل إلى حجم إنتاج من شأنه إحداث تخفيضات كافية في التكاليف؛ لتمكينها من أن تكون قادرة على المنافسة مع الوقود الأحفوري غير المدعوم. وهذه السياسة ستكون أكثر فعالية إذا ما ترافقت مع ضريبة ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، التي ستشمل بشكل مناسب ضمن أسعار الوقود الأحفوري بعض التكاليف الباهظة التي تفرضها على المجتمع.

لقد نجحت الإعانات الحكومية المحدودة، حتى الآن، في تعزيز التبنى الأسرع لتكنولوجيات الطاقة المتجددة. في الواقع، لقد أسهمت تخفيضات التكاليف المرتبطة بزيادة حجم الإنتاج في تقريب أسعار بعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة إلى مستوى يجعلها قادرة على المنافسة مع الفحم والنفط. وليس أمام تكنولوجيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح سوى بضع سنوات فقط للوصول إلى عتبة السعر هذه<sup>(304)</sup>. بيد أن الشركات الكبيرة الملوثة بالكربون وحلفاءها يعملون جاهدين لرفع الدعم عن الطاقة المتجددة قبل أن تصبح هذه التكنولوجيات النظيفة قادرة على المنافسة مع الطاقة الملوثة - وهو أمر فيه مفارقة، إذا ما أخذنا بعين الاعتبار أن الإعانات العالمية المخصصة لحرق الوقود الأحفوري، الموصوفة أعلاه، تتجاوز بكثير الإعانات المخصصة لمصادر الطاقة المتجددة، علما أن الأخيرة غالبا ما تُحسب وتُعلن بشكل مغلوط من قبل المعارضين الذين يجمعونها مع الإعانات المقدمة لدعم مشاريع الطاقة النووية، أي ما يسمى بتكنولوجيات الفحم النظيف، والخيارات الأخرى للطاقة غير المتجددة.

خيار السياسة الثالث هو تخصيص إعانة غير مباشرة للطاقة المتجددة على شكل تفويض رسمي يتطلب من المرافق تحقيق نسبة معينة من إنتاج الكهرباء عن طريق مصادر الطاقة المتجددة. وقد نجحت هذه الآلية بالفعل في العديد

من الدول والأقاليم، على الرغم من أن كثيرين في قطاع المرافق العامة يعارضون مثل هذه التدابير<sup>(305)</sup>. نجح كثير من الولايات الأمريكية - والأبرز ضمنها ولاية كاليفورنيا<sup>(306)</sup> - في تنفيذ هذا النهج، وهو أحد العوامل الرئيسة في زيادة منشآت الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة. ولعل ألمانيا هي الدولة الأوروبية الأكثر نجاحا في العالم في استخدام خيار السياسة هذا لتحفيز التبني السريع لكل من تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

وعلى الصعيد العالمي، أسهم الجمع بين إعانات الدعم الحكومي للتطوير الأسرع لتكنولوجيات الطاقة المتجددة والمتطلبات التي تستخدمها بعض المرافق لإنتاج نسبة أكبر من الكهرباء التي تولدها في مظاهر التقدم الهائل الذي فاق معظم التوقعات. في العام 2002 توقعت إحدى الشركات الرائدة في مجال استشارات الطاقة أن نسبة واحد غيغاواط من الكهرباء الشمسية سوف تُنتج في جميع أنحاء العالم بحلول العام 2010؛ ولكن هذا الهدف جرى تجاوزه بسبعة عشر ضعفا. وقد توقع البنك الدولي في العام 1996 أن الصين سوف تتركب 500 ميغاواط من الطاقة الشمسية بحلول العام 2020<sup>(307)</sup>. ولكن الصين ركّبت ضعف تلك الكمية بحلول العام 2010<sup>(308)</sup>.

اتضح أيضا أن التوقعات السابقة لزيادة طاقة الرياح تتسم بالتشاؤم العلني. توقعت وزارة الطاقة الأمريكية في العام 1999 أن تصل طاقة الرياح في الولايات المتحدة إلى عشرة غيغاواط بحلول العام 2010. وعوضا عن ذلك تحقق هذا الهدف في العام 2006، فيما جرى تجاوزه الآن بأربعة أضعاف. في العام 2000، توقعت وكالة معلومات الطاقة الأمريكية أن تصل طاقة الرياح في جميع أنحاء العالم إلى 30 غيغاواط بحلول العام 2010. بدلا من ذلك، جرى تجاوز هذا الهدف بمعدل سبعة أضعاف. وتوقعت الوكالة نفسها أن تتركب الصين 2 غيغاواط من طاقة الرياح بحلول العام 2010؛ وهذا الهدف جرى تجاوزه بنسبة 22 ضعفا<sup>(309)</sup>، ويتوقع أن يجري تجاوزه بنسبة 75 ضعفا بحلول العام 2020.

وكما أشار ديف روبرتس الذي يعمل في المجلة البيئية «غريست» Grist، شهد العالم سابقا تنبؤات لاعتماد التكنولوجيا الجديدة «لم تكن خطأ فقط، بل خطأ تماما»<sup>(310)</sup>. توقعات الصناعة والمستثمرين في بداية ثورة الهاتف المحمول، على

سبيل المثال، قللت بشكل كبير من مدى سرعة انتشار هذه التكنولوجيا الجديدة. بعد الحظر النفطي الذي فرضته منظمة الأوبك العربية في سبعينيات القرن العشرين، كانت التوقعات لاعتماد تدابير ذات كفاءة بالنسبة إلى الطاقة أيضا بعيدة المنال. ما هو مشترك بين هذين المثالين السابقين بالنسبة إلى تكنولوجيات الطاقة المتجددة هو أن جميع هذه التقنيات الثلاث هي تقنيات «متباعدة على نطاق واسع» شهدت نموا هائلا غير متوقع بسبب وجود دورة قوية، ساهمت خلالها زيادة حجم الإنتاج في تخفيض أسعار التكلفة بشكل حاد، الأمر الذي أدى بدوره إلى زيادة سرعة النمو أكثر.

السابقة الأكثر ذكرا لهذه الظاهرة هي صناعة رقائق الكمبيوتر. فكما أشرنا سابقا، فإن قانون مور الذي تنبأ بدقة بانخفاض مستمر في أسعار تكلفة رقائق الكمبيوتر بنسبة 50 في المائة كل 18 إلى 24 شهرا، ليس قانونا للطبيعة، وإنما هو بدلا من ذلك قانون للاستثمار. في الأيام الأولى لثورة الكمبيوتر قبل ستين عاما، توصلت الشركات المصنعة للرقائق إلى نتيجتين: الأولى مفادها أن السوق المحتملة لرقائق الكمبيوتر هائلة وتشهد نموا سريعا، وتكاد تكون بلا حدود. أما النتيجة الثانية فمفادها أن مسار تطور التكنولوجيا مُعرّض للتأثر - بشكل كبير - بالابتكار.

إدراك هاتين النتيجتين دفع شركات تصنيع الرقائق الرائدة إلى تخصيص مبالغ طائلة للبحث والتطوير من أجل حماية حصتها المستقبلية المحتملة في السوق أمام الشركات المنافسة. مع مرور الوقت، نشأ إجماع في الآراء بأنهم ماداموا قادرين على الاستمرار في تخفيض تكاليفهم على المسار الموصوف بقانون مور، فمن المرجح أن يتمكنوا من الاحتفاظ بحصتهم أو زيادتها في السوق. وبعبارة أخرى، تحوّل قانون مور من وصف للماضي إلى نبوءة عن المستقبل تتحقق تلقائيا. السياسات المصممة لابتداع التوقع المنطقي لأسواق تكنولوجيات الطاقة المتجددة المتنامية باطراد يمكن أن تزيد من شدة انحدار منحنى مماثل ومستمر لتخفيض تكلفة الطاقة المتجددة.

خيار السياسة الرابع معروف على نطاق واسع باسم سقف الانبعاثات والمقايضة cap and trade. وهذا الاقتراح مصمم أيضا لتعبئة قوى السوق كحليف لتحقيق

تخفيضات في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ . برغم التهجم الشرس بلا هوادة على هذه الآلية، لاتزال سياسة سقف الانبعاثات والمقايضة محبذة لدى العديد من خبراء السياسة، باعتبارها أفضل نهج لتأمين التوصل إلى اتفاق عالمي. على الرغم من أنني أفضل بقوة فرض ضريبة على ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، فإن إحدى مساوئها أنه من الصعب تخيل تنسيق السياسات الضريبية الوطنية في العديد من البلدان حول العالم التي تمتلك نُظم ضريبية مختلفة إلى حد كبير، إضافة إلى معايير امتثال مختلفة. على النقيض من ذلك فإن نظام سقف الانبعاثات والمقايضة سيكون أسهل ضمناً للتنسيق بين البلدان في جميع أنحاء العالم التي تتمتع بِنُظم ضريبية متفاوتة إلى حد كبير.

يعتمد نظام سقف انبعاثات الكربون والمقايضة على سياسة ناجحة جداً ابتكرها الرئيس السابق جورج بوش الأب؛ للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت ( $CO_2$ ) من أجل تخفيف هطول الأمطار الحمضية في الولايات الواقعة في اتجاه الرياح إلى الشمال والشرق من محطات الفحم الغربية الوسطى. وقد تبنى هذه السياسة أعضاء الحزب الجمهوري كبديل للوائح الحكومية ولتحديد التخفيضات<sup>(311)</sup> في كل مصنع.

والنظرية وراء ذلك هي أن سقف الانبعاثات الذي يتناقص ببطء، عندما يقترن بالقدرة على شراء وبيع «تصاريح» الانبعاثات، سوف يتناقص إلى أقصى درجة، من خلال إعطاء حوافز في السوق لتلك الشركات الأكثر كفاءة في الحد من الانبعاثات، وفي الوقت نفسه مَنَح الشركات التي تواجه صعوبة مزيداً من الوقت لإنجاز ذلك. كانت النتائج ناجحة بشكل مذهل، فقد انخفضت الانبعاثات بسرعة أكبر مما كان متوقعا، وبتكلفة لم تكن تشكل سوى جزء بسيط مما كان متوقعا. وبالتالي، شعر أنصار التخفيضات في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، بأن هذه الآلية قد تكون بمنزلة حل وسط بين كلا الحزبين، من شأنها تقليل تلوث ظاهرة الاحترار العالمي بشكل كبير.

مع الأسف، حالما جرى تقديم سياسة سقف الانبعاثات والمقايضة كتسوية بين الحزبين، انقلب كثير من المحافظين الذين كانوا من مؤيدي هذه الفكرة في البداية<sup>(312)</sup> عليها وبدأوا يسمونها «سقف الانبعاثات والضرائب». وهكذا شلت



شركات الوقود الأحفوري وحلفاؤها الأيديولوجيون عملية صنع السياسات على الصعيدين العالمي والأمريكي.

لسنوات عديدة، الجهود الرامية لتحقيق إجماع عالمي على ضرورة العمل لحل أزمة المناخ تتعرقل بفعل خط الصدع الدولي القائم بين الدول الغنية والفقيرة، مع إصرار البلدان الفقيرة على أن الأولوية التي وضعوها بالنسخ السريع للتنمية الاقتصادية التي قامت بها بالفعل البلدان الغنية تعني أنهم لا يستطيعون المشاركة في الجهود العالمية للحد من تلوث ظاهرة الاحتار العالمي. وضعت المعاهدات المقترحة بشكل روتيني أول الالتزامات على الدول الغنية وحدها، تاركة أي شروط على الدول النامية للجولات المقبلة من المفاوضات.

برغم كل ذلك، فإن البلدان الفقيرة بحاجة ماسة إلى مزيد من الطاقة لتسيير التنمية الاقتصادية المستدامة فيها. ما يقدر بنحو 1.3 مليار شخص في العالم لايزالون من دون كهرباء على الإطلاق، وعلى الرغم من التراجع التاريخي للفقر في العالم، فإن معدلات الدخل للفرد الواحد في العديد من البلدان التي تفتقر إلى الطاقة متدنية إلى درجة أنه من السهل أن نفهم سبب مقاومتها لفرض أي قيود على الزيادات المحتملة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ ، في الوقت الذي تسرف فيه البلدان الأكثر ثراء في استخدام الطاقة الأحفورية خلال فترات الماضي<sup>(313)</sup> من النهوض الاقتصادي والتنمية.

بيد أن الكثير قد تغير، فقد أصبح واقع أزمة المناخ جلياً أكثر في الدول النامية نظراً لأنها تعاني من آثار قاسية وتكافح من أجل العثور على الموارد، من أجل التعافي من الكوارث والتكيف المتوافرين يُبشر أكبر في البلدان المتقدمة. ونتيجة لذلك فإن العديد من البلدان النامية غيرت موقفها الآن، وبدأت تطالب المجتمع الدولي بشكل حثيث باتخاذ إجراء بشأن المناخ، حتى إن تطلبت الاستجابة لذلك أن يُلقى على عاتقهم<sup>(314)</sup> جزء من الحمل. وتشير تقديرات البنك الدولي إلى أن أكثر من ثلاثة أرباع التكاليف الناجمة عن اضطراب المناخ ستقع على كاهل البلدان النامية<sup>(315)</sup>، التي يفتقر معظمها إلى الموارد والقدرات على الاستجابة بمفردها.

تتجاوز النفقات المطلوبة لترتيب مصادر الطاقة المتجددة في العالم النامي الآن تلك الموجودة في الدول الغنية<sup>(316)</sup>. وفقاً لديفيد ويلر الذي يعمل في مركز

التنمية العالمية، فإن البلدان النامية مسؤولة حالياً عن ثلثي قدرة الطاقة المتجددة الجديدة في العالم منذ العام 2002، ولديها بشكل إجمالي أكثر من نصف قدرة الطاقة المتجددة المركبة العالمية<sup>(317)</sup>.

حتى الدول الأغنى الآن تتعرض لضغوط تضطرها إلى الاعتراف بالضرية الاقتصادية للكوارث المتعلقة بالمناخ. في الولايات المتحدة - التي لاتزال أغنى دولة في العالم - أدت الخلافات السياسية بشأن التكاليف المرتفعة لعمليات الإغاثة من الكوارث إلى تخفيف برامج الإنعاش في حالات الطوارئ التي أعاققت قدرة العديد من المجتمعات المحلية<sup>(318)</sup> على استعادة عافيتها والوقوف على أقدامها من جديد بعد تعرضها للكوارث المناخية. ولكن العام 2011/2012 كان بمنزلة جرس إنذار.

في العام 2011، حُلّت في الولايات المتحدة ثماني كوارث مرتبطة بالمناخ، وقد كلفت كل واحدة منها أكثر من مليار دولار. غير أن العاصفة آيرين، التي نَجَتْ مدينة نيويورك من معظمها، أوقعت أضراراً تتجاوز تكلفتها 15 مليار دولار<sup>(319)</sup>. وشهدت ولاية تكساس أسوأ موجة جفاف وأعلى ارتفاع لدرجات الحرارة في تاريخها، كما اندلعت حرائق الغابات في 240 من أصل 242 من مقاطعاتها<sup>(320)</sup>. وقد تحطمت آلاف الأرقام القياسية لمعدلات ارتفاع درجات الحرارة اليومية أو معادلتها<sup>(321)</sup>. الزوابع التي لايزال علماء المناخ يحجمون عن ربطها بالاحترار العالمي (ويرجع ذلك جزئياً إلى أن السجلات السابقة للزوابع غير مكتملة وغير دقيقة)، دمرت توسكالوسا، وألاباما، وجوبلين، وميسوري، والعديد من المجتمعات الأخرى، وقد تجاوزت تكلفة الأضرار التي أحدثتها سبع من هذه الزوابع مليار دولار<sup>(322)</sup>. في العام 2012 عانى أكثر من نصف المقاطعات في الولايات المتحدة<sup>(323)</sup> من الجفاف. وقد كُلف الإعصار ساندي 71 مليار دولار على الأقل<sup>(324)</sup>.

يستند أحد الاعتراضات الرئيسة على سياسة سقف الانبعاثات والمقايضة في الولايات المتحدة، إلى الخشية من أن البلدان النامية لن تكون خاضعة لهذا الاقتراح، وأن الصناعات الأمريكية، بالتالي، ستكون في وضع تنافسي ليس في مصلحتها. في العقدين الأخيرين أثار ظهور شركة الأرض المخاوف بين عمال المصانع في الولايات المتحدة والدول المتقدمة الأخرى من أن وظائفهم ستضيع وسيُعاد توزيعها على عمال المصانع في البلدان الأكثر فقراً، حيث اليد العاملة رخيصة، والتكنولوجيات

المتقدمة أصبحت متوافرة. وبالتالي، أصبحت أي ميزة تنافسية إضافية ممكنة في البلدان النامية ضارة سياسيا في كثير من دول العالم الصناعي.

وهذا واحد من عدة أسباب لوجود دعم للاقتراحات الداعية إلى دمج تخفيضات ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> في تعريف منظمة التجارة العالمية لما هو مسموح به في شكل «تعديلات للحدود» لإضافة تكلفة تخفيضات CO<sub>2</sub> إلى أسعار السلع المستوردة من بلد لا يُطالب بها إلى بلد يُطالب بها. في العام 2009، نشرت منظمة التجارة العالمية، بالاشتراك مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة، تقريرا يدعم مثل هذه التعديلات للحدود<sup>(325)</sup>.

منذ زمن وأنا مدافع قوي عن التجارة الحرة المتبادلة، علما بأن هذا الموقف لم يجعلني محبوبا في الحزب السياسي الذي أنتمي إليه. وأنا لأزال أؤمن بقوة بالتجارة الدولية الحرة والنزيهة. ولكن المجموعة العادلة من القواعد هي تلك التي صُممت لخلق أساس يتساوى فيه الجميع والمحافظة عليه، وفي رأيي، إن تخفيضات CO<sub>2</sub> مؤهلة بالتأكيد لتكون واحدة من العوامل التي ينبغي تضمينها في تعديلات الحدود. عندما كنت في منصب نائب الرئيس الأمريكي، شاركت مع آخرين في عملية التفاوض على معاهدة عالمية في كيوتو، اليابان، لتبني آلية سقف الانبعاثات والمقايضة كأساس للجهود التي يبذلها العالم للحد من انبعاثات CO<sub>2</sub>. وقد تبنت 191 دولة والاتحاد الأوروبي برمته بروتوكول كيوتو، وعلى الرغم من رفض الولايات المتحدة المشاركة، وبرغم مشكلات التطبيق، حققت هذه المعاهدة نجاحا في معظم الدول، والمقاطعات، والأقاليم<sup>(326)</sup> الجاهدة إلى تلبية التزاماتها.

على الرغم من أن بعض الدول التي تستخدم تجارة ائتمان الكربون تلاعبت وانتهكت النظام، وعلى الرغم من المشكلات التي تكشفت في الأيام الأولى من النظام الأوروبي، اتخذت أوروبا إجراءات لمعالجة المشكلات، ومعظم الدول التي لديها أنظمة جيدة التصميم ماضية في مسارها إلى تحقيق تخفيضات حادة في الانبعاثات. وقد قال أحد المحللين السياسيين من معهد بوتسدام للبحوث الخاصة بالتأثيرات المناخية، بيل هير: «لا أستطيع أن أرى أي طريقة أخرى للقيام بذلك. السياسات الأخرى ليست أسهل في التفاوض. قد تكون سوق الكربون معقدة، ولكننا نعيش في عالم معقد»<sup>(327)</sup>.

مع الأسف، فإن قرار الولايات المتحدة بعدم الانضمام إلى بروتوكول كيوتو، والفشل في الحصول على تعهدات من الصين و«البلدان النامية» الأخرى (كانت الصين في تلك السنوات لاتزال تعتبر دولة نامية)، يعنيان أن اثنين من أكبر البلدان المصدرة لانبعاثات ملوثات الاحتراق العالمي لم ينضما إلى المعاهدة. لو كانت الولايات المتحدة قد انضمت إلى المعاهدة لكان الزخم للمشاركة العالمية والامتنال ساحقا ولكانت الدول النامية قد واجهت ضغوطا لا هوادة فيها للانضمام في المرحلة الثانية من المعاهدة، كما كان متوقعا.

وعلى الرغم أيضا من أن النظام السياسي في الولايات المتحدة لا يزال مشلولاً على المستوى الاتحادي فإن حكومات العديد من الدول الأخرى ماضية في تبني سياسات جديدة إدراكا منها للمخاطر التي نواجهها والفرص التي يمكن اغتنامها. بالإضافة إلى الاتحاد الأوروبي، فإن كلا من سويسرا، ونيوزيلندا، واليابان، وأحد الأقاليم الكندية وإحدى وعشرين ولاية أمريكية على وشك البدء في تطبيق نُظم سقف الانبعاثات والمقايضة<sup>(328)</sup>. والأهم هو أن ولاية كاليفورنيا بدأت في تطبيق النظام في العام 2012<sup>(329)</sup>. اعتمدت أستراليا، وهي أكبر مصدر للفحم في العالم، خطة تشمل كلا من ضريبة CO<sub>2</sub> ونظام سقف الانبعاثات والمقايضة الذي جرى ربطه مع نظام الاتحاد الأوروبي. وجنوب كوريا بصدد إنشاء نظامها الخاص بها كما أعلنت 14 دولة أخرى رسميا أنها تخطط لإطلاق أنظمة سقف الانبعاثات والمقايضة: البرازيل، وتشيلي، وكولومبيا، وكوستاريكا، والهند، وإندونيسيا، والأردن، والمكسيك، والمغرب، وجنوب أفريقيا، وتايلاند، وتركيا، وأوكرانيا، وفيتنام.

يقول وولفغانغ ستيرك من معهد ووبرتال في ألمانيا: «إن سوق الكربون ليست ممتة... إذا ظهر نظام وطني في الصين فإنه قد يصبح، بناء على التصميم والنطاق، الأكبر في العالم، وقد تعطي التراخيص في ذلك النظام إشارة الأسعار العالمية»<sup>(330)</sup>.

تطبق الصين نظام سقف الانبعاثات والمقايضة في خمس مدن (بكين، وتيانجين، وشانغهاي، وغونتشينغ، وشينجيين) واثنين من الأقاليم (قوانغدونغ وهوبيي). القصد من وراء هذا التطبيقات التجريبية هو أن تكون قائمة ومعمولا بها في العام 2013 من أجل توفير تجربة تعليمية يمكن استخدامها لتطبيق نظام سقف الانبعاثات والمقايضة في جميع أرجاء الصين بحلول العام 2015<sup>(331)</sup>.

كما هي الحال مع بعض التعهدات الأخرى التي قدمتها الحكومة الصينية، لا يزال بعض الخبراء متشككين في أنها ستمضي قدماً في تطبيق هذه الخطة، ولكن تقارير المراقبين تفيد بأن هناك تقدماً أحرز في معظم التطبيقات التجريبية التي جرى تخصيصها. ومعاً، تمثل المناطق في البرنامج التجريبي ما يقارب 20 في المائة من سكان الصين<sup>(332)</sup>، ونحو 30 في المائة من ناتجها الاقتصادي.

التزام الصين بالاستدامة والطاقة المتجددة آتى أكله على الفور، وأضرّ بقدرة العالم على حل أزمة المناخ، فمن خلال الحد من الواردات في أثناء استخدام الإعانات لتخفيض تكلفة تكنولوجيات الطاقة المتجددة إلى ما دون المستوى الذي يمكن الشركات الغربية من المنافسة، تكون الصين قد خدمت مصلحتها الخاصة في الهيمنة على ما يتوقع الجميع أن يكون مفتاح الصناعة في القرن الحادي والعشرين، ولكنه أضر بقدرة بقية العالم على جني فوائد المنافسة العادلة في النهوض بسرعة بحالة هذه التكنولوجيات.

في العام 2011، قدمت الولايات المتحدة شكوى رسمية ضد الصين بدعوى أنها تقدّم إعانات غير عادلة للشركات المصنّعة لطاقة الرياح والطاقة الشمسية<sup>(333)</sup>. واعتباراً من العام 2012 فرضت الولايات المتحدة رسوماً جمركية على ما يقرب من 30 في المائة من الألواح الشمسية الصينية المستوردة، كما بدأ الاتحاد الأوروبي النظر في تقديم شكوى مماثلة<sup>(334)</sup>. ومع ذلك، وعلى الرغم من هذه المشكلات، فإن الأسعار المنخفضة الناجمة عن التزام الصين والإعانات ساعدت في رفع حجم الإنتاج إلى مستويات أعلى مما يتوقعه أي شخص، ما أدى بالتالي إلى تخفيضات حادة أكثر مما كان متوقعاً.

التزام الصين المثير للإعجاب بالماضي قدماً بقوة في نشر طاقة الرياح والطاقة الشمسية ألهم العديد من الدول الأخرى في جميع أنحاء العالم، ولكن استمرار استثماراتها الهائلة في محطات توليد جديدة تعمل بالفحم جعلها تتجاوز الولايات المتحدة باعتبارها البلد الأكبر تلويثاً لظاهرة الاحتباس العالمي<sup>(335)</sup> على كوكب الأرض. الجميع يدرك مدى أهمية استمرار تطوّر التجارة والصناعة بالنسبة إلى الصين من أجل مواصلة خفض مستويات الفقر المدقع في البلاد، ولكن الاحتجاجات داخل الصين ضد مشاريع الطاقة غير النظيفة بدأت تتصاعد<sup>(336)</sup> في العديد من المناطق.

في السنوات العشر الماضية ارتفع استهلاك الطاقة في الصين إلى ما يزيد على 150 في المائة<sup>(337)</sup>، متجاوزا نظيره في الولايات المتحدة. وعلى عكس الولايات المتحدة، لاتزال الصين تحصل على ما يقرب من 70 في المائة من احتياجاتها من الطاقة من الفحم<sup>(338)</sup>. وقد زاد استهلاكها للفحم 200 في المائة خلال الفترة نفسها من الزمن، إلى مستوى يفوق استهلاك الولايات المتحدة للفحم بثلاث مرات<sup>(339)</sup>. والصين هي أكبر مستورد للفحم في العالم (تليها اليابان وكوريا الجنوبية والهند)، وأكبر منتج للفحم على حد سواء، فهي حتى الآن تُنتج نصف الفحم في العالم، وهذا يفوق بهرتين ونصف المرة ما تنتجه الولايات المتحدة<sup>(340)</sup> (التي تعتبر ثاني أكبر منتج للفحم في العالم). في الواقع، تصل الكمية الزائدة من استهلاك الصين للفحم من العام 2007 إلى العام 2012، إلى كميات الطلب الإضافي التي تساوي كل الاستهلاك السنوي للولايات المتحدة<sup>(341)</sup>. وقد اقترحت الحكومة في بكين وضع سقف لإنتاج واستخدام الفحم يُطبق في العام 2015، علما أن العديد من الخبراء يشككون في قدرتها على المحافظة على هذا السقف<sup>(342)</sup>.

على الرغم من شهيتها على حدود النفط مقارنة باستهلاكها للفحم فإن كمية النفط التي استخدمتها الصين تضاعفت خلال تسعينيات القرن العشرين، وتضاعفت مرة أخرى في العقد الأول من هذا القرن، فيما تحتل الآن المرتبة الثانية<sup>(343)</sup> بعد الولايات المتحدة. ولأول مرة، في العام 2010، تتجاوز صادرات المملكة العربية السعودية من النفط إلى الصين<sup>(344)</sup> الصادرات النفطية إلى الولايات المتحدة. في العام 2012 بَلَغ احتياطي النفط المحلي في الصين على ما يبدو ذروته. وبرغم تطويرهم الحثيث للحقول النفطية بعيدا عن شواطئ بلادهم، يستورد الصينيون بالفعل نصف النفط الذي يستخدمونه، وتتوقع وكالة معلومات الطاقة الأمريكية أن تستورد الصين ثلاثة أرباع نفطها في غضون العقدَيْن المقبلَيْن<sup>(345)</sup>.

وقد لاحظ خبراء الأمن أن هذا الاتجاه له آثار على السياسة الخارجية الصينية في مجالات مثل الاحتياطيات المتنازع عليها في بحر الصين الجنوبي، وميلها الاستباقي للانخراط مع الدول الغنية بالنفط في الشرق الأوسط وأفريقيا<sup>(346)</sup>. يجد العديد من المراقبين مفارقة في أنه بعد غزو الولايات المتحدة للعراق - على الأقل جزئيا لضمان

في السنوات العشر الماضية ارتفع استهلاك الطاقة في الصين إلى ما يزيد على 150 في المائة<sup>(337)</sup>، متجاوزا نظيره في الولايات المتحدة. وعلى عكس الولايات المتحدة، لاتزال الصين تحصل على ما يقرب من 70 في المائة من احتياجاتها من الطاقة من الفحم<sup>(338)</sup>. وقد زاد استهلاكها للفحم 200 في المائة خلال الفترة نفسها من الزمن، إلى مستوى يفوق استهلاك الولايات المتحدة للفحم بثلاث مرات<sup>(339)</sup>. والصين هي أكبر مستورد للفحم في العالم (تليها اليابان وكوريا الجنوبية والهند)، وأكبر منتج للفحم على حد سواء، فهي حتى الآن تُنتج نصف الفحم في العالم، وهذا يفوق بهرتين ونصف المرة ما تنتجه الولايات المتحدة<sup>(340)</sup> (التي تعتبر ثاني أكبر منتج للفحم في العالم). في الواقع، تصل الكمية الزائدة من استهلاك الصين للفحم من العام 2007 إلى العام 2012، إلى كميات الطلب الإضافي التي تساوي كل الاستهلاك السنوي للولايات المتحدة<sup>(341)</sup>. وقد اقترحت الحكومة في بكين وضع سقف لإنتاج واستخدام الفحم يُطبق في العام 2015، علما أن العديد من الخبراء يشككون في قدرتها على المحافظة على هذا السقف<sup>(342)</sup>.

على الرغم من شهيتها على حدود النفط مقارنة باستهلاكها للفحم فإن كمية النفط التي استخدمتها الصين تضاعفت خلال تسعينيات القرن العشرين، وتضاعفت مرة أخرى في العقد الأول من هذا القرن، فيما تحتل الآن المرتبة الثانية<sup>(343)</sup> بعد الولايات المتحدة. ولأول مرة، في العام 2010، تتجاوز صادرات المملكة العربية السعودية من النفط إلى الصين<sup>(344)</sup> الصادرات النفطية إلى الولايات المتحدة. في العام 2012 بَلَغ احتياطي النفط المحلي في الصين على ما يبدو ذروته. وبرغم تطويرهم الحثيث للحقول النفطية بعيدا عن شواطئ بلادهم، يستورد الصينيون بالفعل نصف النفط الذي يستخدمونه، وتتوقع وكالة معلومات الطاقة الأمريكية أن تستورد الصين ثلاثة أرباع نفطها في غضون العقدَيْن المقبلَيْن<sup>(345)</sup>.

وقد لاحظ خبراء الأمن أن هذا الاتجاه له آثار على السياسة الخارجية الصينية في مجالات مثل الاحتياطيات المتنازع عليها في بحر الصين الجنوبي، وميلها الاستباقي للانخراط مع الدول الغنية بالنفط في الشرق الأوسط وأفريقيا<sup>(346)</sup>. يجد العديد من المراقبين مفارقة في أنه بعد غزو الولايات المتحدة للعراق - على الأقل جزئيا لضمان

في العقد الماضي، كان هناك توتر بين الأهداف التي حددتها الحكومة الوطنية وإستراتيجيات التنفيذ التي تابعتها الحكومات الإقليمية، التي عادة ما تكون متشابكة مع مستخدمي الطاقة الصناعية. كإجراء يُنم عن جدية الحكومة الوطنية في تطبيق أهداف خفض  $CO_2$  وكثافة استخدام الطاقة، بعثت بكين مسؤولين إلى هذه المناطق في العام 2011 لفرض إغلاق قسري على المصانع، وحتى قطع التيار الكهربائي بشكل كامل من أجل ضمان تحقيق هذه الأهداف<sup>(358)</sup>. في الآونة الأخيرة، ربطت الحكومة المركزية ترقيات<sup>(359)</sup> المسؤولين المحليين والإقليميين بمدى نجاحهم في تحقيق هذه الأهداف.

في قطاع الطاقة المتجددة، هيمنت الصين على الإنتاج العالمي من طواحين الهواء والألواح الشمسية، كما ذكرنا أعلاه، ولكنها أحرزت تقدما في تركيب الألواح الشمسية أقل مما حققته في تركيب طواحين الهواء - ويرجع سبب ذلك جزئيا إلى أنها تصدر 95 في المائة من الألواح الشمسية التي تنتجها<sup>(360)</sup>، والتي يذهب العديد منها إلى الولايات المتحدة. في بعض السنوات الأخيرة، كانت 50 في المائة من جميع طواحين الهواء المركبة عالميا في الصين<sup>(361)</sup>، على الرغم من أن ما يقرب من ثلث طواحين الهواء لديها إما أنه ليس موصولا بشبكة الكهرباء أو أنه موصول بخطوط لا تتحمل سريان التيار الكهربائي<sup>(362)</sup>.

وتقوم الحكومة المركزية أيضا بإدارة خطة طموحة لبناء «شبكة كهرباء ضخمة» شاملة وتُعد الأكثر تطورا في العالم، من أجل معالجة هذه المشكلة. أعلنت حكومة بكين أنها ستنفق 269 مليار دولار على مدى السنوات القليلة المقبلة لبناء 200 ألف كيلومتر من خطوط النقل ذات الجهد العالي، التي قالت عنها إحدى شركات نشر التجارة الصناعية إنها تعتبر «المكافئ تقريبا لإعادة بناء»<sup>(363)</sup> شبكة النقل الأمريكية التي يبلغ طولها 257500 كيلومتر من نقطة الصفر.

وكما أدركت العديد من البلدان، فإن شبكات الكهرباء ذات القدرة العالية والكفاءة العالية ضرورية من أجل استخدام مصادر متناوبة من الكهرباء كتلك التي تنتجها طواحين الهواء وألواح الطاقة الشمسية، ومن أجل نقل الكهرباء المتجددة من المناطق ذات الإنتاج العالي المحتمل إلى المدن حيث يجري استخدامها. ومع ازدياد نسبة الكهرباء من المصادر، ستزداد أهمية الشبكات الذكية والشبكات الضخمة.



يجري استكمال خطط لربط المناطق المعرضة للشمس من شمال أفريقيا والشرق الأوسط بالعدد الكبير لمستهلكي الكهرباء في أوروبا<sup>(364)</sup>. وهناك خطط مماثلة قيد الدراسة في أمريكا الشمالية، حيث المناطق المعرضة للشمس في جنوب غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك يمكن بسهولة أن توفر كل الكهرباء اللازمة<sup>(365)</sup> في كلا البلدين. وفي كل من الهند<sup>(366)</sup> وأستراليا<sup>(367)</sup> هناك خطط قيد التنفيذ لربط المناطق المعرضة للشمس والرياح مع المناطق ذات الاستهلاك العالي للكهرباء.

هناك، على أي حال، حاجة كبيرة إلى رفع مستوى الموثوقية، والقدرة على التحمل، والميزات المتقدمة لشبكة توزيع الكهرباء في الدول الغنية والفقيرة على حد سواء. في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، الانقطاعات في الخدمة الكهربائية، وانقطاع التيار الكهربائي غير المبرمج، جنبا إلى جنب مع عدم الكفاءة في التوزيع والنقل، يفرض على الحكومة تكلفة سنوية تقدر بأكثر من 200 مليار دولار في السنة<sup>(368)</sup>. في الهند، أكبر انقطاع للكهرباء في التاريخ - حتى الآن - حدث في العام 2012 عندما انقطعت الكهرباء عن أكثر من 600 مليون شخص بسبب مشكلات في إدارة سريان التيار الكهربائي في نظام شبكة الكهرباء البالية<sup>(369)</sup>.

بالإضافة إلى تطوير شبكات ضخمة وشبكات ذكية - تستطيع تزويد المستخدمين النهائيين للكهرباء بالأدوات اللازمة لكي يصبحوا أكثر كفاءة بكثير في مقدرتهم على تقليل استهلاك الطاقة وتوفير المال - هناك حاجة ملحة إلى طرق أكثر كفاءة في تخزين الطاقة. وقد جرى توظيف كم كبير من الاستثمارات في البحث والتطوير لنوع جديد من البطاريات التي يمكن توزيعها في جميع أنحاء الشبكة الكهربائية، وفي المنازل والمحال التجارية، بغية الحد من الحاجة إلى الطاقة المفرطة الضائعة في توليد الكهرباء المطلوبة خلال ساعات الذروة من الاستخدام. كما أن هذه البطاريات تستطيع أيضا أن توفر مخزونا ثميناً من الكهرباء عندما تستخدم في السيارات الكهربائية التي، مثل معظم السيارات، تمضي معظم وقتها مركونة في المرائب أو مواقف السيارات<sup>(370)</sup>.

ونحو هذه الغاية، تُطلق الشركات المصنعة للسيارات حول العالم أساطيل من السيارات الكهربائية تمهيدا للتحويل إلى الكهرباء المتجددة والابتعاد عن الإمدادات النفطية المكلفة والمحفوفة بالمخاطر. على الأقل بعض الشركات المصنعة في كل أنواع

الصناعات تقريبا تتحول أيضا إلى الإستراتيجيات التي تؤكد على الاستهلاك الأقل للطاقة والمواد. ولقد وثّق الخبير في كفاءة الطاقة من معهد روكي ماونت، أموري لوفينز، بدقة بالغة، الحركة المثيرة للإعجاب التي قامت بها العديد من الشركات للاستفادة<sup>(371)</sup> من هذه الفرص.

بالإضافة إلى الطاقة الشمسية وطاقة الرياح يجري استكشاف طاقة الأمواج والمد والجزر على حد سواء<sup>(372)</sup> في البرتغال، واسكتلندا، والولايات المتحدة، على سبيل المثال، وعلى الرغم من أن مساهمة هذه المصادر لاتزال ضئيلة، يعتقد كثيرون أنها قد تحمل في طياتها إمكانات كبيرة في المستقبل<sup>(373)</sup>. غير أن اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ذكرت في تقرير خاص لها حول مصادر الطاقة المتجددة في العام 2011 أن طاقة الأمواج والمد والجزر «من غير المرجح أن تسهم بدرجة كبيرة في إمدادات الطاقة العالمية قبل العام 2020»<sup>(374)</sup>.

قامت الطاقة الحرارية الأرضية بإسهام مهم في دول مثل أيسلندا<sup>(375)</sup>، ونيوزيلندا<sup>(376)</sup>، والفلبين، حيث تُوجد هناك وفرة<sup>(377)</sup> من الطاقة الحرارية الأرضية التي يمكن استغلالها بسهولة. الإمكانات الهائلة للطاقة الحرارية الأرضية المستمدة من المناطق الجيولوجية الأعمق بكثير كانت عسيرة على التطوير بشكل غير متوقع، ولكن هنا مرة أخرى يسعى رجال الأعمال في كثير من البلدان جاهدين إلى إتقان هذه التكنولوجيا بشكل تام.

على الرغم من أن الطاقة الكهرومائية المحتملة جرى استغلالها بشكل شبه كامل في مناطق رئيسة من العالم، هناك موارد غير مطوّرة في روسيا، وآسيا الوسطى، وأفريقيا تمتلك إمكانات كبيرة، علما أن النقاد يحذرون أيضا من مخاطر بيئية خطيرة في بعض المواقع<sup>(378)</sup>.

استخدام الكتلة الحيوية آخذ في التوسع<sup>(379)</sup>، وقد بدأ يؤدي دورا مهما في بعض البلدان. بالإضافة إلى الاستخدامات التقليدية للسماد والأشكال الأخرى من الكتلة الحيوية لأغراض الطهي، تُستخدم تقنيات الكتلة الحيوية الحديثة لحرق الأخشاب من الغابات المتجددة بعمليات أكثر كفاءة لإنتاج الحرارة والكهرباء، كما هي الحال مع الوقود الحيوي، فإن الأثر الصافي لاستخدام الكتلة الحيوية، عند تحليلها على أساس دورة الحياة، يعتمد إلى حد كبير على حساب دقيق لجميع مدخلات الطاقة،

والأثر على استخدام الأراضي والتنوع البيولوجي، والفترات الزمنية اللازمة لإعادة تدوير الكربون من خلال إعادة نمو النباتات والأشجار. هناك أيضا حركة عالمية لإنتاج غاز الميثان والغاز الاصطناعي من مكبات النفايات التي تحتوي على كميات كبيرة من النفايات العضوية، وإنتاج الغاز الحيوي من التركيزات الكبيرة من فضلات الحيوانات التي تجمعت في عمليات تسمين الحيوانات. الصين، على سبيل المثال، لديها تركيز كبير على الغاز الحيوي - ما يتطلب تركيب هواضم الغاز الحيوي في جميع الماشية الكبيرة، والخنازير، ومزارع الدجاج لاشتقاق الغاز من الفضلات الحيوانية، على الرغم من أن تطبيق هذا الإجراء لا يزال متأخراً<sup>(380)</sup>. ينبغي على الولايات المتحدة، التي لديها برنامج تطوعي، وبلدان أخرى أن تحذو حذوهم.

### حلول وهمية

هناك إستراتيجيتان للاستجابة لظاهرة الاحتار العالمي من غير المرجح أن تنجح، علما أن كل إستراتيجية لها مؤيدوها المتحمسون لها. الإستراتيجية الأولى هي التقاط الكربون واحتباسه (CCS). ولطالما كنت من داعمي أبحاث وتطوير تقنيات التقاط الكربون واحتباسه CCS، ولكن كانت تساورني شكوك بأنها ستؤدي دورا ليس ثانويا. فمن الممكن دائما أن يكون هناك اختراق تكنولوجي غير متوقع من شأنه أن يقلل - إلى حد كبير - من تكلفة التقاط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>، وإما تخزينها بشكل آمن تحت الأرض، وإما تحويلها بطريقة ما إلى مواد للبناء أو أشكال أخرى تجعلها مفيدة وآمنة. أسس صديقي ريتشارد برانسون جائزة سخية من أجل إزالة ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> من الغلاف الجوي، وقد دعاني أنا والعالم الخبير في ظاهرة الاحتار العالمي من وكالة ناسا جيم هانسن إلى أن نكون حُكاما في المنافسة.

ولكن باستثناء الاختراقات، فإن تكلفة هذه التكنولوجيا CCS المتاحة في الوقت الحاضر - على صعيد المال والطاقة - مرتفعة جدا لدرجة أن المنشآت العامة وغيرها من غير المرجح أن تستخدمها. سيتعين على أي منشأة تُشغل محطة توليد تعمل بالفحم وتبيع الكهرباء لعملائها، أن تحوّل ما يقرب من 35 في المائة من مجمل

الكهرباء التي تنتجها لتأمين الطاقة فقط من أجل التقاط، وضغط وتخزين ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> الذي - لولا ذلك - كان سينبعث في الغلاف الجوي<sup>(381)</sup>. فيما يمكن ترجمة ذلك على أنه صفقة لو أنقذت مستقبل الحضارة، فإن المنشأة لن تتمكن من تغطية تكاليف هذه العملية والمحافظة على بقائها في سلك العمل. وكميات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> المعنية هائلة إلى درجة أن دافعي الضرائب ليس لديهم كثير من الشهية لتحمل التكلفة.

في حين أن مناطق التخزين الآمنة والمنيعة تحت الأرض متوافرة بالفعل، فإن عملية تحديد مواقعها، ومن ثم التحقق بعناية فائقة من خصائصها من أجل ضمان أن ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> لن يتسرب إلى السطح أو الهواء، أمر مهم جدا. لم تكن هناك معارضة شعبية ملحوظة لتحديد مواقع مثل هذه المرافق للتخزين تحت الأرض بالقرب من المناطق المأهولة بالسكان. هناك إجماع في الآراء بين هؤلاء العلماء والمهندسين الخبراء في هذا الموضوع على أنه كلما طالت فترة تخزين ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>، أصبح أكثر أمانا - لأن التشكيلة الجيولوجية نفسها تبدأ في امتصاصه<sup>(382)</sup>. غير أن التكلفة الإجمالية لإستراتيجية التقاط الكربون واحتباسه CCS حالا دون تبنيها من قبل الشركات الكبيرة الملوثة بالكربون.

أعلنت كل من الولايات المتحدة والصين عن مشاريع كبيرة ممولة حكوميا لإثبات إستراتيجية التقاط الكربون واحتباسه CCS، علما أن المشروع الصيني - المعروف باسم غرين جين (الجيل الأخضر) GreenGen - متخلف عن الجدول الزمني للمشروع، والمشروع الأمريكي - المعروف باسم فيوتشر جين (جيل المستقبل) FutureGen - لا يزال غارقا في وحل الشلل السياسي المزمع الذي يميز الوضع الراهن للديموقراطية في الولايات المتحدة<sup>(383)</sup>. النرويج، والولايات المتحدة، والمملكة المتحدة، وكندا، وأستراليا<sup>(384)</sup> هي من بين بلدان أخرى تتابع إستراتيجية التقاط الكربون واحتباسه CCS. ومع ذلك، فإن أحد الخبراء البارزين في العالم في تكنولوجيا التقاط الكربون واحتباسه CCS، ويدعى هوارد هرتسوغ، من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، كان يقول منذ سنوات إن المفتاح الحقيقي لجعل هذه التكنولوجيا مُربحة وقابلة للحياة هو وضع سعر على الكربون<sup>(385)</sup>.

التكنولوجيا الثانية التي تُوصف أحيانا بالعلاج السحري والتي يمكن أن تزيل معظم انبعاثات CO<sub>2</sub>، على الأقل من قطاع توليد الكهرباء، هي تكنولوجيا لها تاريخ طويل ومحفوف بالمخاطر - وهي الطاقة النووية. الجيل الحالي من مفاعلات الماء الخفيف المضغوط بقوة تتراوح بين 800 و1200 ميغاوات ربما يكون، مع الأسف، طريقا مسدودا تكنولوجيا. لمجموعة متنوعة من الأسباب، فإن تكلفة المفاعلات مستمرة في الارتفاع بشكل ملحوظ ومطرّد على مدى عقود. في أعقاب المأساة الثلاثية في فوكوشيما، اليابان، تراجعت الآفاق المستقبلية للطاقة النووية بشكل أكبر. لا يزال سجل السلامة، على الرغم من أنه تحسّن كثيرا، يشكل أحد الأسباب التي تثير المعارضة الشعبية. واجهت فرنسا التي كانت تتمتع بسمعة عالمية، باعتبارها أكثر البلدان تقدما وكفاءة في مجال الطاقة النووية، صعوبات مع الجيل الجديد من المفاعلات التي لديها<sup>(386)</sup>. من جهة أخرى، فإن كوريا الجنوبية كانت ماضية قدما في وضع تصميم يعتقد كثير من الخبراء أنه تصميم واعد<sup>(387)</sup>. هناك عدة مفاعلات جديدة قيد الإنشاء في مختلف أنحاء العالم، ولكن عند تقييم خيارات الطاقة المتجددة الكربون، تُعاق الطاقة النووية بشدة بفعل كل من التكلفة وقضايا السلامة الملحوظة. لا يزال هناك احتمال واضح بأن البحث وتطوير جيل جديد من المفاعلات الأصغر حجما والتي نأمل أن تكون أكثر أمانا<sup>(288)</sup> قد يؤديان دورا مهما في مستقبل الطاقة في العالم. يجب أن نعرف ذلك بحلول العام 2030.

على الرغم من مشكلاتها، فإن لكل من تكنولوجيا التقاط الكربون واحتباسه CCS وتكنولوجيا الطاقة النووية جاذبية دائمة، ويرجع سبب ذلك جزئيا إلى أنها حلول تكنولوجية توفر إمكانية أن تؤدي إستراتيجية واحدة إلى حل سريع نسبيا. في الواقع، يخبرنا علماء النفس بأن أحد مواطن الخلل الأخرى في طريقتنا الشائعة للتفكير في المشكلات الكبيرة هو ما يسمونه «التحيز إلى إجراء واحد»، وهو نوع من التفضيل مغروس في عقولنا للحلول المفردة<sup>(389)</sup> للمشكلات، مهما كانت درجة تعقيد هذه المشكلات.

هذا الخلل الشائع ذاته، في طريقتنا في التفكير، يساعد على تفسير التأييد الذي لا يمكن تفسيره بغير هذه الطريقة لعدد من المقترحات الغريبة كلية التي تعرف باسم

الهندسة الجيولوجية. كان بعض المهندسين والعلماء يرون - قبل عدة سنوات - أنه ينبغي علينا أن نُطلق مليارات من الشرائط الصغيرة من رقائق القصدير في المدار حول الأرض<sup>(390)</sup> لتعكس مزيدا من أشعة الشمس الواردة، وبالتالي تبريد درجة الحرارة العالمية. لا يشير السجل العام إلى ما إذا كان هؤلاء المهندسون والعلماء يعتمدون قبعات مصنوعة من ورق القصدير عندما أطلقوا فكرتهم. وهناك اقتراح سابق في السياق نفسه عَرَضَ مظلة فضاء عملاقة، تهدف أيضا إلى حجب أشعة الشمس الواردة<sup>(391)</sup>. وكان ينبغي أن يكون طول قطر هذه المظلة 1000 ميل، وكانت تتطلب وجود قاعدة قمر من أجل إنشائها وإطلاقها. واقترح آخرون أن نحاول تحقيق النتيجة نفسها عن طريق حقن كميات هائلة من ثاني أكسيد الكبريت في طبقات الغلاف الجوي العلوية<sup>(392)</sup> من أجل حجب أشعة الشمس.

الحقيقة أن أي عالم ذي سمعة يربط اسمه بمثل هذه المقترحات هو بالتأكيد مؤشر إلى مدى اليأس الذي يشعر به هؤلاء الذين يفهمون أزمة المناخ حيال الفشل الذريع للقيادة السياسية في العالم في البدء في خفض معدل انبعاثات تلوث الاحترار العالمي. ولكن نظرا إلى العواقب غير المتوقعة للتجربة الكونية التي نجريها حاليا (ضخ 90 مليون طن من تلوث الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي كل أربع وعشرين ساعة) سيكون وفق رأيي ضربا من الجنون المُطَبَّق إطلاق تجربة كونية ثانية على أمل ضعيف أنها قد تلغي مؤقتا بعضا من عواقب التجربة الأولى من دون أن تُحدث مزيدا من الضرر في العملية.

من بين العواقب الأخرى لاقتراح ثاني أكسيد الكبريت  $SO_2$ ، التي جرت الإشارة إليها في دراسة علمية أجريت في العام 2012، هذا التغيير المذهل: السماء التي نحدِّق فيها منذ بداية وجود البشرية على الأرض لن تكون زرقاء بعد الآن<sup>(393)</sup>، أو على الأقل لن تكون بالزرقة ذاتها التي كانت عليها. هل ذلك أمر مهم؟ ربما يمكننا أن نفسر لأحفادنا سبب وجود كم كبير من الإشارات إلى «السماء الزرقاء» في تاريخ الثقافات على الأرض. ولربما كانوا سيفهمون أنه كان ضروريا التضحية بزرقة السماء من أجل استيعاب الأجندة السياسية لشركات النفط، والفحم، والغاز. مستويات التلوث في سماء المدن غيّرت بالفعل لون السماء ليلا من اللون الأسود إلى الأسود المحمر<sup>(394)</sup>.

لا أحد لديه أي فكرة عما تعنيه مثل هذه المقترحات لعملية التركيب الضوئي للمحاصيل الغذائية وغيرها من النباتات؛ فالضوء الضروري للحياة سيكون محجوبا جزئيا من أجل خلق مزيد من «الفراغ الحراري» كي تشغله الانبعاثات المتزايدة باطراد من جراء حرق الوقود الأحفوري. فعالية تحويل الطاقة الكهربائية الضوئية لأشعة الشمس إلى كهرباء - وهي إحدى تكنولوجيات الطاقة المتجددة الواعدة جدا - يمكن أيضا أن تتعرض للضرر. ولن يقوم أي من هذه المقترحات الغريبة بفعل أي شيء لوقف تحمُّض المحيطات.

بالإضافة إلى ذلك، إذا فشلنا في تخفيض انبعاثات  $CO_2$ ، يجب زيادة حقن ثاني أكسيد الكبريت، أو تدوير شرائط رقائق القصدير بانتظام عاما بعد عام. ولا توجد لدى أي شخص أدنى فكرة عما يمكن أن تفعله هذه المقترحات الغريبة لأنماط المناخ، وهطول الأمطار، وتيارات العواصف، وجميع الظواهر الأخرى التي يجري تعطيلها بالفعل. فهل أصابنا هذيان الجنون الصارخ؟

لا، نحن لم نصب بالجنون. الأمر لا يتعدى سوى أن طريقتنا في التواصل بشأن التحديات العالمية، وجدلنا حول الحلول المعقولة تعرضا لدرجة غير صحيّة من التشويه والمراقبة من قبل مصالح الشركات الثرية المستميتة لمنع التفكير الجدي في الحد من تلوث الاحترار العالمي.

من الناحية الفنية، هناك مجموعة من مقترحات الهندسة الجيولوجية الحميدة التي قد تقدم فوائد هامشية من دون فرض مخاطر متهورة. صبغ الأسطح باللون الأبيض، على سبيل المثال، أو زرع ملايين حدائق الأسطح كلاهما مثال على التغيرات التي ليست فيها مخاطر، والتي طرأت على الخصائص العاكسة لسطح الأرض التي يمكن أن ترد مزيدا من أشعة الشمس الواردة وتعيدها مرة أخرى إلى الفضاء قبل أن يجري امتصاص معظم الطاقة الحرارية التي تحملها من قبل الجزء السفلي من الغلاف الجوي. وبشكل مختلف حول هذا الموضوع، فإن البيرو تقوم بصبغ الصخور باللون الأبيض في مرتفعات جبال الأنديز، في محاولة يائسة لإبطاء ذوبان الأنهار الجليدية والكتل الثلجية<sup>(395)</sup> التي تعتمد عليها من أجل مياه الشرب والري.

إذا ما استمررنا في تأخير إطلاق جهد عالمي جدي ومتعدد الجوانب للحد من انبعاثات تلوث غازات الاحتباس الحراري، فإننا سوف نجد أنفسنا مدفوعين

بشكل متزايد نحو اتخاذ تدابير يائسة للتخفيف من الآثار الممتامية لظاهرة الاحترار العالمي. سنحاول تدبر الأمر، ونتجادل ونتحارب بعضنا مع بعض، ونسعى وراء مصلحتنا الذاتية على حساب الآخرين، وغالباً ما نخدعهم ونخدع أنفسنا في هذه العملية. هذا هو المسار الذي نمضي فيه الآن.

ولكن عندما يكون مصير أعز الأشياء على قلوبنا معرضاً للخطر بشكل واضح، يجب علينا أن نتصرف. عبر كل تاريخ البشرية، كانت هناك لحظات نادرة نهضنا عندها لنسمو فوق ماضيها، ونرسم مساراً جديداً لحماية القيم الدفينة. في واحدة من هذه اللحظات الصعبة في التاريخ، قال إبراهيم لينكون «الحَدَثُ تعلوه أكوام المصاعب، وعلينا أن نهض إلى مستوى هذا الحَدَث. وبما أن حالتنا جديدة، فإننا يجب علينا أن نفكر من جديد، ونتصرف من جديد. يجب أن نحرر أنفسنا من العبودية، ومن ثم نقوم بإنقاذ وطننا»<sup>(396)</sup>.

هذه المرة، عالمنا على المحك. ليس الكوكب وحده؛ لأنه، بطبيعة الحال، سينجو بنفسه بمهارة من دون الحضارة البشرية، وإن يكن (ولو) في حالة متغيرة. بالأحرى، ما هو على المحك هو مجموعة الظروف البيئية وسلامة النظم الطبيعية التي تعتمد عليها حضارتنا. والحقيقة أن هذه الأزمة هي أزمة عالمية في طبيعتها تشكل جزءاً من التحدي الفريد من نوعه الذي نواجهه.

لم يكن مستقبل الحضارة العالمية برمتها في خطر على مدى كل تاريخ البشرية إلا مرتين فقط. المرة الأولى، في فجر مرحلة الإنسان العاقل على الأرض قبل 100 ألف سنة، إذ تعلمنا علماء الأنثروبولوجيا أن أعدادنا تناقصت إلى أقل من 10 آلاف نسمة<sup>(397)</sup>، وبرغم ذلك كانت لنا الغلبة بشكل أو بآخر. والمرة الثانية كانت عندما اقترب كل من الاتحاد السوفييتي السابق والولايات المتحدة من إطلاق العنان لترساناتهما النووية الضخمة، كل منهما ضد الآخر، وقتل مئات الملايين من البشر، والمخاطرة بشتاء نووي يحتمل أن تكون عواقبه مروعة. ومرة أخرى، كانت لنا الغلبة بشكل أو بآخر.

هذه المرة، الخطر على مستقبلنا لن يأتي، في غضون دقائق، بشرارات ساطعة وأصوات تصم الأذان. الخطر سيكون طويل الأمد، والأجيال التي ستأتي لاحقاً ستعيش حياتها كلها وهي تدرك الحقيقة المؤلمة بأنه في يوم من الأيام استقبلت



الأرض البشر بصدر رحب. وقد حافظت علينا وغذت بنا بنسائم عليلة وطعام وفير وماء. كما أنها ألهمتنا وأعادت إلينا الحياة من جديد بجمالها المهيّب.

عندما تتلاشى ذكريات تلك الأرض، ستظل الحكاية تُروى: في العقود الأولى من القرن الحادي والعشرين، جيل مَنَحَه من جاء قبله أعظم ازدهار وأكثر التقنيات التي عرفتها الأرض تقدماً، لم يكن وفيًا مع المستقبل. فلم يفكر أفرادها إلا في أنفسهم واستمتعوا بالهبة التي تلقوها، ولكنهم لم يأبهوا لمن سيأتي بعدهم. هل سيغفرون لنا؟ أم أنهم سيلعنوننا مع كل جيل قادم وهو يلفظ أنفاسه الأخيرة؟

من ناحية أخرى، إذا وجدنا بالفعل وسيلة للنهوض إلى مستوى هذا الحدث، وسيكون لدينا الامتياز النادر بمواجهة التحدي الذي يتطلب بذل أفضل ما لدينا للتغلب عليه. ولدينا الأدوات التي نحتاج إليها لتحقيق ذلك. بعض هذه الأدوات يحتاج إلى الإصلاح من دون شك. وبعضها الآخر يحتاج إلى تحسين وتطوير إلى حد الكمال لمواجهة المهمة التي تنتظرنا. كل ما ينقصنا هو الإرادة للانتصار، ولكن الإرادة السياسية يمكن إحياؤها من جديد، وتعزيزها بالاعتراف بحقيقة ظروفنا وقبول التزامنا تجاه حماية مستقبل الجيل القادم وكل الأجيال التي ستليه.

ما نحن في أشد الحاجة إليه هو تحول في طريقة تفكيرنا، ورفض الأوهام السامة التي يُروّج لها بشكل دؤوب معارضة اتخاذ الإجراءات ويعززونها بشكل مستمر، وهم بشكل أساسي الشركات الكبيرة الملوثة بالكربون وحلفاؤها. في بعض النواحي، سيجري خوض هذا النضال لإنقاذ المستقبل، في مباراة بين شركة الأرض والعقل العالمي. الربط بين الشعوب في جميع أنحاء العالم عن طريق الإنترنت خلق إمكان القيام بجهد عالمي لم يسبق له مثيل للتواصل بوضوح فيما بيننا حول التحدي الذي يواجهنا الآن والحلول المتوافرة في الوقت الراهن.

من ناحية أخرى، فإن زيادة الروابط بين الشركات التجارية والصناعية في جميع أنحاء العالم ولدت زخماً تجارياً قوياً يتمتع بمقاومة شديدة لأي جهد تقوم به الحكومات لكبح جماح أهوائها الهدّامة. شركة الأرض هي الآن مصدر التأثير المهيمن على الحكومات. لحسن الحظ، هناك العديد من الأمثلة الرائعة حول ظهور الضمير العالمي على شبكة الإنترنت الذي مارس ضغوطاً جبّارة لتصحيح الممارسات المجحفة

والإخفاقات الأخلاقية مثل عمالة الأطفال، وظروف العمل القاسية، والحبس الكيدي، والممارسات الجنسية، والعبودية، واضطهاد الأقليات الضعيفة، وتدمير البيئة، ضمن مجموعة أخرى من الأسباب.

في بعض البلدان، أسهمت هذه القدرة الناشئة الجديدة لتنمية ضمير جماعي عالمي أيضا، إلى حد كبير، في السياسات الرامية إلى حل أزمة المناخ. عدد القواعد الشعبية، والمنظمات غير الحكومية على شبكة الإنترنت المكرسة لحماية النظام الإيكولوجي للأرض في ازدياد مستمر. السؤال المتبقي الحاسم لمستقبلنا الذي سيُطرح مع مرور الوقت هو: ما إذا كانت القوة المطلوبة للحقيقة اللازمة لإحداث نقلة في الوعي تتمتع بقوة كافية لإحداث تغيير في المسار الحالي للحضارة.

## الخاتمة

«غالبا ما تتقدم أشباح الأحداث الكبيرة  
بخطى أسرع لتصل قبل تلك الأحداث، وفي  
اليوم يمشي الغد بالفعل».

صموئيل تيلور كولريدج

الرحلة الشخصية التي قمتُ بها في تأليف  
هذا الكتاب بدأت بذلك السؤال الوحيد الذي  
تطلَّب جوابا أكثر عمقا من الجواب الذي  
قدمته في البداية. وقد قادني البحث عن إجابة  
أفضل إلى أسئلة جديدة تتطلب إجابات أيضا،  
وخصوصا من القادة السياسيين والمدنيين ورجال  
الدين ورجال الأعمال في جميع أنحاء العالم.  
وخير ما نستهل به نقاشنا هو أن نسأل  
من نحن؟ الجواب المبدئي، مرة أخرى، متوافر  
بسهولة: نحن البشر العاقلون.. «الكائنات التي  
تَعْلَم».. المشتبه بهم المعهودون.. نحن من قمنا  
بالفعل برحلة طويلة جدا - من الغابات إلى

«تتطلب الرأسمالية قبول عدم  
المساواة، بالطبع، ولكن المستويات  
«المفرطة» من عدم المساواة -  
كالتي تُنتج الآن - تُعد هدامة لكل  
من الرأسمالية والديمقراطية»

السهول العشبية (السافانا) إلى المزارع ومن ثم إلى المدن الكبرى؛ ومن شخصين إلى آلاف وملايين ومليارات البشر؛ ومن الحجارة إلى المحاريث إلى خطوط التجميع؛ ومن ثم إلى الروبوتات النانوية؛ ومن المقاطع إلى الموسوعات إلى موجات الأثير إلى العقل العالمي؛ من الأسر إلى العشائر إلى المجتمعات المحلية ومن ثم إلى الدول. لكن هذا هو الطريق الذي سلكناه. والمحطة التالية التي ستقودنا إليها هذه الرحلة ستعتمد على أي نوع من الكائنات سنختار أن نكون. بعبارة أخرى، قرارنا حول الطريقة التي سنختارها للعيش سيحدد ما إذا كانت الرحلة ستقودنا أم إننا سنقود الرحلة.

تيارات التغيير قوية إلى درجة أن البعض قد وصل إلى نهاية المطاف وتوقف عن الإبحار والترحال، وقرر أنه من الأفضل الاستسلام، والاستمتاع بالرحلة، وتوقع الأفضل - حتى وإن كانت تلك التيارات تجرفنا معها بسرعة متزايدة نحو الشلالات التي تنتظرنا وهي تزار بصوت يصم الأذان إلى درجة لا نكاد نسمع بها أنفسنا ونحن نفكر.

فقد كانوا يصرخون بأعلى صوتهم فوق الصخب «شلالات؟». «أي شلالات؟ لا تكن سخيًا؛ لا توجد أي شلالات. فكل شيء على ما يرام!» هناك غضب في الصراخ، وبعض الذين يرهبهم الغضب يتعلمون ألا يذكروا الموضوع الذي يثيره على الإطلاق. فالصراخ يدفعهم إلى التزام الصمت، وتجنب أي ذكر للموضوع المحظور.

في الوقت الراهن على الأقل، هذا هو الأسلوب الذي ينتهجه بعض العاملين في وسائل الإعلام الإخبارية. فهم يرتعبون من مجرد نطق كلمات معينة - مثل «المناخ»، على سبيل المثال - خشية أن يثير ذلك غضب أولئك الذين لا يريدون أن يسمعوا عن التغييرات الهدامة التي بدأت تكتسب زخمًا. والنتيجة هي ما يشبه الصمت المرضي بشأن أهم التحديات التي نواجهها، وتجاهل جماعي خطير للعواقب المستقبلية لأعمالنا الحالية. ولكن في نهاية المطاف، لا يمثل هذا ما نحن عليه حقًا.

ينبغي على أي شخص يقضي وقتًا في التفكير في احتمالات تحقيق مستقبل أفضل، أن يضع افتراضًا أولًا حول الطبيعة البشرية. المثاليون الذين يريدون ويأملون ما هو الأفضل يخطئون في بعض الأحيان عندما يفكرون في أن جوهر الطبيعة البشرية يمكن أن يتغير، وسوف يتحسن وفقًا لآمالهم. أما الساخرون المتشائمون فيجدون متعة في تصيد ذاك الخطأ ويشيرون إلى أن الطبيعة البشرية لا تتغير أبدًا.

طريقتي الخاصة في التفكير في الطبيعة البشرية ليست مثالية ولا ساخرة. فأنا أعتقد أن هناك فرقا بين جوهر الطبيعة البشرية - التي أوافق على أنها لا تتغير، وجوانب الطبيعة البشرية التي نعبر عنها بشكل روتيني، والتي يمكن أن تتغير وهي تتغير بالفعل. اللوحة المرسومة في كهف شوفيه في فرنسا والبالغ عمرها 35 ألف سنة، والتماثيل<sup>(1)</sup> التي صنعها أجدادنا القدماء في أوراسيا وأفريقيا، تنم بوضوح عن وعي وحساسية لا يختلفان كثيرا - وربما لا يختلفان في جوهرهما على الإطلاق - عن وعينا وحساسيتنا. ولكن بطرق أخرى، نحن مختلفون جدا في الواقع.

نحن جميعا أفراد مستقلون، ولكن حسب جميع التعاليم الدينية الرئيسية، نحن جميعا مرتبطون بعضنا مع بعض. ووفقاً للتعاليم العلمية فإن الطبيعة البشرية هي في الأصل اجتماعية. المجموعات الاجتماعية التي ننتمي إليها تمتلك شكلا من التطور خاصا بها. بعض السلوكيات والأعراف تبقى قائمة من جيل إلى جيل، فيما يُردع بعضها الآخر. العادات والتقاليد تصبح طقوسا وقواعد تتطور مع مرور الوقت إلى ثقافات، ونظم اجتماعية، وقوانين ومؤسسات، وقمارس تأثيرا عميقا على جوانب الطبيعة البشرية التي نعبر عنها.

فكر في ما تعلمناه عن الجينوم البشري: على الرغم من أن 99.9 في المائة منها متطابقة عند كل إنسان<sup>(2)</sup>، فإن عدد الجينات الذي يبلغ 23 ألفا<sup>(3)</sup> - وملايين البروتينات<sup>(4)</sup> - تحتوي على عالم من الاحتمالات. بعض الجينات واضحة وجليّة بينما لا يزال بعضها الآخر غير مكتمل، لا وظيفيا. في بعض الأحيان، القدرات التي نشأت في الماضي السحيق تصحو من جديد لأغراض جديدة عندما تتغير ظروفنا. تأمل أيضا فيما تعلمه علماء الأعصاب حول دماغ الإنسان: تنمو أشجار الخلايا العصبية بكثافة وحيوية عندما تُستخدم؛ فيما تضرر تلك التي لا تُستخدم.

يعتقد البعض منذ فترة طويلة أن أهم إستراتيجية لتمكين «الملائكة الأفضل في طبيعتنا» هي التعليم. وفيما أتفق بالتأكيد على أن التعليم العالمي ذا الجودة العالية أمر ليس مرغوبا فيه فحسب، بل أساسي، غير أنه ليس كافيا. بعض أسوأ الفظائع التي سُجلت في التاريخ البشري نظمها وارتكبها الأشرار المتعلمون تعليما جيدا.

الجهل وسوء الفهم هما بالتأكيد عدوا التقدم الحقيقي، تماما مثلما أن المعرفة، والنزاهة، والشخصية أمور حاسمة لتحقيق نجاحنا. ولكن تطور سلوكياتنا الجماعية،

وظهور فهم حقيقي لمدى تشابك أقدارنا المترابطة مع سلامة النظام البيئي للأرض، سيتوقف على الخيارات التي نتخذها حول بنية الأنظمة التي نستخدمها. الطريقة التي نقيس بها ما نقوم به ونتائج أعمالنا، والطريقة التي نتواصل بها معا، والحوافز والروادع التي نبنيها في أنظمة حياتنا السياسية والاقتصادية والاجتماعية جميعها لها تأثير قوي على المستقبل.

السلوكيات التي تجلب المكافآت تصبح أكثر شيوعا. تلك المكافآت التي لا تتناقص. عناصر طبيعتنا التي يجري تفعيلها بواسطة السلوكيات المجزية تكتسب القوة. الفئات الاجتماعية تؤسس قيما تعكس كلا من السلوكيات التي يرغبون في مكافأتها وتلك التي يرغبون في ردعها. هذه القيم تصبح جزءا لا يتجزأ من القبائل، والمجتمعات، والأمم، والنظم الاقتصادية، والمؤسسات، والثقافات.

أعود مرة أخرى إلى ذكر المثل الذي ألهمني وألهم الناس في جميع أنحاء العالم لأكثر من قرنين من الزمان: نبعت العبقورية الثابتة لدستور الولايات المتحدة من النظرة الثاقبة لكاتبه والفهم الدقيق للطبيعة البشرية - علما أنها كانت تقتصر على الذكور البيض - وتصميمهم الضمانات الهيكلية التي كانت رادعة لدوافع البحث عن السلطة الأنانية والحوافز التي كانت تكافئ الدوافع لحل الخلافات بينهم من خلال التفكير العقلاني الجماعي الذي رفع إلى أقصى درجة من احتمالات التسويات الخلاقة المبنية على السعي إلى تحقيق المصلحة العامة.

الفصل بين السلطات والضوابط والزواجر المحبوبة ضمن نسيج تصميم الدستور جسّد فهما متطورا لكيفية ردع بعض السلوكيات المتأصلة في الطبيعة البشرية، وتشجيع السلوكيات الإيجابية بدلا من ذلك. وقد حاول البعض الآخر هيكلة النظم الاقتصادية بحوافز تطلق العنان للإبداع والديناميكية، وتشجع السلوكيات التي تحمل قيمة، وتردع السلوكيات الأخرى الهدامة للمصلحة العامة.

مع مرور الوقت، بدأنا ندرك أن طريقتنا في قياس القيمة الاقتصادية تُمارس أيضا نوعا من القوة التطورية على السلوك، وأن الأشياء التي لا تُقاس على الإطلاق يجري تجاهلها كأنها لا قيمة لها، سواء كانت إيجابية أو سلبية. عندما نغير مقاييس القيمة، وطبيعة الحوافز، وهيكل النظم التي نستخدمها لصنع القرارات السياسية والاقتصادية، والاجتماعية، نشجع بشكل محتوم التعبير عن بعض جوانب الطبيعة

البشرية وردع جوانب أخرى. في حين أن جوهر الطبيعة البشرية قد لا يتغير، فإن التعبير عن الطبيعة البشرية - جوانب طبيعتنا التي تتجلى في سلوكياتنا وخياراتنا - يمكن أن يتغير بسهولة، ويقوم بذلك فعلا استجابة للحوافز التي نقيمها كأساس للحضارة. وهي تصوغ مستقبلنا.

إذا أشرنا إلى الأعمال التجارية، على سبيل المثال، بأن التلوث غير المحدود لن يكبدها أي تكلفة أو عقوبة، فلا فائدة ترتجى عندها من إدانتها بعدم الأخلاقية عندما تستجيب على نحو متوقع للحوافز التي مُنحها إياها. عندما نشير إلى رجال السياسة عندما أن الفوز في الانتخابات يمكن ضمانه بشكل أفضل من خلال تمضية معظم أوقاتهم في طلب مبالغ طائلة من الأموال من الناس والشركات التي لديها أجندات خاصة لصياغة السياسات العامة بعد الانتخابات، نكون بذلك نحفز السياسيين على التعبير في سلوكهم عن الجوانب السلبية للطبيعة البشرية المألوفة بالنسبة إلينا جميعا - لأنها جوهرية لدينا جميعنا - حتى إن معظمنا يكبحها ويفهم بشكل تام لماذا ينبغي علينا أن نردع الرشوة السهلة وخيانة الأمانة العامة التي من المتوقع أن تنجم عنها.

تنشأ مشاكل أكثر خطورة عندما يتمكن أولئك الذين يستفيدون من هذه الحوافز المشوهة والقواعد المختلفة من كسب سلطة سياسية كافية لمنع الإصلاحات التي من شأنها أن تشجع جوانب الطبيعة البشرية التي نريد أن نراها تتجلى في صنع القرارات السياسية والاقتصادية.

يمكن للفترات الطويلة من الاستقرار، التي من الطبيعي أن يفضلها معظمنا، أن تعزز تعرض أي نظام سياسي أو اقتصادي للاستغلال من قبل أولئك الذين تعلموا تشويه قواعده وحوافزه. قبل عقود مضت، نشر الاقتصادي السياسي الراحل من جامعة ماريلاند مانكور أولسون تحليلا مستفيضا حول كيفية تجميع النخب في أي مجتمع لحصة ضخمة من الثروة والنفوذ باستمرار، ومن ثم استخدامها لمنع إصلاحات الحوافز والقواعد التي تعمل لمصلحتها<sup>(5)</sup>.

فكر في تعرض الغلال الأحادية المحصول للتطور المستمر للآفات التي تعلمت إبطال الدفاعات الطبيعية للنباتات كي تأكل طعامها. فكر في تعرض أنظمة الكمبيوتر للقراصنة عندما تبقى كلمات السر وغيرها من وسائل الحماية من دون تغيير لفترة طويلة من الزمن. جوهر طبيعة الآفات لا يتغير. أما سلوكياتها المكتسبة - وجيناتها الكاملة - فتتغير.

تعرضت كل من الديمقراطية والرأسمالية للقرصنة. والنتائج واضحة بشكل ملموس في السيطرة الخانقة للنُخب على القرارات السياسية، والتفاوت المتزايد في الدخل والاكتناز المتنامي للثروة، والشلل الذي أصاب أي جهود للإصلاح. وقدرة الجماهير على التعبير عن اشمئزازها بطرق بناءة أكثر، بدلا من الاستسلام للسخرية، مكبوحة بهيكل وسائلنا المهيمنة على التواصل الجماهيري، والتلفزيون، الذي يخدم بشكل أساسي مسألة تعزيز استهلاك المنتجات وترفيه الجمهور، مع عدم تقديم أي وسيلة للحوار التفاعلي واتخاذ القرارات التعاونية.

لحسن الحظ، تعطلَّ صحوه العقل العالمي الأنماط الراسخة، وتخلق بذلك فرصا جديدة مثيرة لمراكز النفوذ الناشئة، التي لا تسيطر عليها النُخب، وإمكانية إجراء الإصلاحات في السلوكيات الراسخة المختلفة وظيفيا. فضلا على ذلك، فإن ظهور شركة الأرض زاد من قوة ومدى محركتنا الاقتصادية، حتى إن زادت من صعوبة الحوافز، وقياسات القيمة، وقواعد السلوك التي تكافئ الاستغلال غير المستدام للموارد المحدودة، وتدمير النظم الإيكولوجية الضرورية لبقاء الحضارة، والتدفقات غير المحدودة من التلوث، وتجاهل القيم الإنسانية والاجتماعية.

نتيجة الصراع من أجل صياغة مستقبل البشرية الذي يمر في مراحله الأولى الآن سوف يتحدد عبر المنافسة بين العقل العالمي وشركة الأرض. في مليون ساحة من ساحات المعارك، فإن إصلاح القواعد والحوافز في الأسواق، والنظم السياسية، والمؤسسات، والمجتمعات سوف ينجح أو يخفق استنادا إلى مدى سرعة الأفراد والجماعات الملتزمين بالمستقبل المستدام في كسب القوة الكافية، والمهارة، والتصميم عن طريق التواصل بعضهم مع بعض للتعبير عن آمالهم وأحلامهم وتحقيقها من أجل عالم أفضل. فيما يلي نطرح أكثر الأسئلة أهمية التي يجب الإجابة عنها والمعارك التي يجب تحقيق الانتصار فيها:

هل يستطيع الأمريكيون إعادة تأسيس النظام السيامي والاقتصادي الذي يعمل بشكل سليم في الولايات المتحدة إلى درجة تمكنه مرة ثانية من توفير القيادة الحكيمة للمجتمع الدولي؟ ولربما يظهر بالفعل شكل بديل من القيادة العالمية في العقل العالمي، ولكن هذا الأمر غير مؤكد في الوقت الراهن، ومن المرجح أن يستغرق ذلك وقتا طويلا ليس في متناولنا.



من الممكن من الناحية النظرية، علما أن ذلك غير مرجح إلى حد كبير، أن تنهض إحدى الأمم الأخرى وترقى إلى مستوى هذا التحدي. ومن الممكن أيضا أن تقوم التغيرات التكتونية التي أعادت تنظيم التوازن في موازين القوى في العالم، وحولته من الغرب إلى الشرق وأعادت توزيعه في جميع أنحاء العالم، بتصعيب الأمر على الولايات المتحدة لكي توفر مرة أخرى قوة وجودة القيادة التي قدمتها خلال النصف الثاني من القرن العشرين. فقدان العالم للثقة بالولايات المتحدة الأمريكية في أعقاب الأخطاء السياسية والعسكرية والاقتصادية الكارثية التي ارتكبت في المراحل الأولى من القرن الحادي والعشرين جعلت هذا التحول في السلطة يتسارع، ولكنه لم يكن السبب الجوهرى وراء ذلك.

مع ذلك، فإن أفضل فرصة للنجاح في تشكيل مستقبل إيجابي وتجنب الكارثة هو إعادة تأسيس قدرة فائقة من أجل القيادة العالمية من قبل الولايات المتحدة. وبالنسبة إلى أولئك الذين يجدون صعوبة في تصديق أن عهد الديمقراطية الأمريكية يمكن استعادته، تذكروا أن العهد الذي قطعته أمريكا للعالم جرى إحياؤه في الماضي إبان بعض الأيام الحالكة جدا، فلقد ولدت ثورتها ميتة تقريبا. وكادت تمزق نفسها إلى قسمين خلال الحرب الأهلية. جرائم الاستبداد من بارونات اللصوصية فاقت التجاوزات المفرطة لجبابرة اليوم الطموحين. العوز خلال فترة الكساد الأعظم، والضربة المدمرة في ميناء بيرل في أثناء اجتياح هتلر أرجاء أوروبا، والمعركة القصيرة الفانية خلال أزمة الصواريخ الكوبية كانت جميعها متبوعة بإعادة إحياء الروح المعنوية الأمريكية وازدهار القيم في صميم الحلم الأمريكي. فبال تأكيد يمكن لأمريكا أن تعيد تجديد ذاتها مرة أخرى، ويمكنها استعادة قدرتها على قيادة العالم من جديد.

هل سيتحقق ذلك؟ سيكون للإجابة عن هذا السؤال تأثير عميق على مستقبل الجنس البشري.

ما مدى السرعة التي يمكن أن تتكيف بها المؤسسات مع شبكة الإنترنت؟ على الرغم من أن إمكانية إعادة تأسيس صنع القرار القائم على المنطق من خلال عمليات تعاونية متمكنة بواسطة العقل العالمي هي شيء مثير وواعد، فإن المؤسسات الراسخة منذ زمن مشهورة بمقاومتها للتغيير. السرعة التي تمت بها عدم الوساطة في نماذج الأعمال والنماذج الجديدة التي ظهرت تدعو إلى التفاؤل.

لكن الاهتمام والتركيز مُخَفَّف على شبكة الإنترنت. فالمجموعة المتنوعة من التجارب المتوافرة، وانتشار وسائل الترفيه في كل مكان، وصعوبة تجميع كتلة حرجية من أولئك الملتزمين بالتغيير مجتمعة تزيد من تعقيد استخدام الإنترنت كأداة للإصلاح المؤسسي. بيد أن إضافة ثلاثة مليارات شخص إلى الطبقة الوسطى العالمية بحلول منتصف هذا القرن، قد ترافقه مطالب جديدة وأكثر إلحاحاً من أجل الإصلاحات الديمقراطية من النوع الذي انبثق في الغالب مع نمو طبقة وسطى مزدهرة وتتمتع بتعليم جيد في العديد من الدول.

هل ستكون هناك إجراءات وقاية كافية وقيود مفروضة على حوافز الحكومات لاستخدام الإنترنت كوسيلة لجمع المعلومات عن الأفراد واستخدامها لإنشاء أشكال غير سليمة من الرقابة المركزية؟ هل سيؤدي دافع الدول للانخراط في الصراع إلى مزيد من الأشكال الهدامة للحرب الإلكترونية والقومية التجارية؟ مع بروز شدة التحديات التي نواجهها بشكل أكثر وضوحاً من أي وقت مضى، يحدوني الأمل، وحتى الثقة، أنه سيكون هناك عدد كاف من الأفراد والجماعات الملتزمين والمهتمين الذين سينضمون معاً في الوقت المناسب وينظمون أنفسهم بشكل خلاق لكي يشكّلوا قوة من أجل الإصلاح.

هل ستستمر القوة الاقتصادية الماحقة للصين، وإذا كان الأمر كذلك فهل سيتغلب التزامها الناشئ في حماية البيئة على أولوياتها التجارية؟ هل سيؤدي نجاحها في رفع مستويات المعيشة وتقليص معدلات الفقر إلى إصلاحات سياسية تُنتج تحولاً نحو الحكم الديمقراطي؟

هل سينجم عن الإحلال التدريجي للآلات الذكية مكان العمالة البشرية زيادة في البطالة الهيكلية، أم إننا سنجد السبل لخلق فرص عمل جديدة ونعوّض بشكل مناسب أولئك الذين سيشغلون هذه الوظائف؟ هناك الكثير من العمل الذي يتعين القيام به، بيد أن هيمنة الشركات وتجاوز عالم الأسواق لمجال الديمقراطية أثر سلباً في المبادرة والإرادة اللازمة لهيكلية فرص عمل جديدة في خلق المنافع العامة في مجالات مثل التعليم والمعالجة البيئية، والصحة والصحة العقلية، وخدمات الأسرة، وبناء المجتمع، والعديد من التحديات الأخرى التي يجب مواجهتها.

هل سيرافق الإمكانيات الناشئة لتغيير نسيج الحياة والتصميم الوراثي للكائنات البشرية ظهور ما يكفي من الحكمة لاتخاذ القرارات بعيدة المدى التي سوف تواجهنا قريباً، أم إن هذه التكنولوجيات ستكون مشتتة على نطاق واسع من دون اعتبار ملائم للطيف الكامل من العواقب التي يمكن أن تترتب عليها؟

هل ستنجو التعاقدات الاجتماعية في الدول المتقدمة من الآثار الآنية للتغيرات الديموغرافية التي تضع أعباء أثقل للفرد الواحد على أولئك المندرجين ضمن القوى العاملة حتى مع خسارة الوظائف والمداخيل لمزيج الاستعانة بالروبوتات والعمالة الخارجية؟ هل ستُخلق نماذج جديدة لإعادة دعم الدخل والرعاية الصحية إلى المجاميع السكانية المتنامية من كبار السن ليحل محل نموذج القرن العشرين؟

هل سيدعم المجتمع الدولي بشكل مناسب إدارة النسل في البلدان النامية التي لديها معدلات نمو سكاني مرتفعة، ويستمر في تمكين المرأة، وتحسين معدلات نجاة الأطفال؟ الإجابة عن هذه الأسئلة ستحدد مستوى سكان العالم ودرجة الإجهاد الذي تفرضه الإنسانية على النظم الطبيعية لكوكب الأرض، هل ستُدرك المحنة الفريدة التي تمر بها قارة أفريقيا وتعالج بالشكل المناسب؟

هل سنقدم حوافز لإزالة الكربون بسرعة من الاقتصاد العالمي وخفض تلوث الاحتراز العالمي بشكل حاد في الوقت المناسب لتحقيق الاستقرار ومن ثم الحد من تلوث الاحتراز العالمي الذي يشكل خطراً يهدد بشكل كبير استقرار المناخ الذي يعتمد عليه ازدهار حضارتنا؟

هذه أسئلة صعبة وتنطوي على خيارات صعبة. الحضارة البشرية - وفي الواقع، الأجناس البشرية - هي بالفعل في المراحل الأولى للتغيرات الستة الناشئة الموصوفة في هذا الكتاب. هذه التغيرات تمر بطور تحويل كوكبنا، وحضارتنا، والنمط الذي نعمل ونعيش به. بعضها يحط من مرتبة الحكم الذاتي، ونسيج الحياة، والأنواع التي نتقاسم معها الأرض، والطبيعة المادية والعقلية والروحية للبشرية.

إن درجة تعقيد هذه التغيرات، والسرعة غير المسبوقة التي تحدث بها، وتزامنها في آن واحد والحقيقة أنها يتقارب بعضها مع بعض لتلتقي في نقطة واحدة، أسهمت جميعها في أزمة الثقة في قدرتنا كحضارة على التفكير بوضوح حول المصير الذي ستأخذنا إليه هذه التغيرات وبدرجة أقل بكثير حول تغيير مسارها أو إبطاء زخمها.

لكن إذا واجهنا هذه الخيارات بشجاعة، فإن الإجابات الصحيحة ستكون واضحة جدا. وهي مثيرة للجدل بالتأكيد. واتخاذ الخيارات الصحيحة سيكون عسيرا، ومع ذلك ينبغي علينا اتخاذها، وعلى عجل. أما إذا كنا سنقرر عدم استعادة السيطرة على مصيرنا، فستصبح بقية رحلتنا صعبة للغاية في واقع الأمر.

تيارات التغيير هذه قوية، وهي تجرفنا بالفعل نحو مستقبل مختلف جدا عما عرفناه من قبل. فما يتعين علينا فعله - في سياق هذه الاستعارة - هو أمر بسيط على نحو مخادع: قيادة الدفة! وهذا يعني إصلاح العيوب والتشوهات السائدة في الرأسمالية والحكم الذاتي. وتعني السيطرة على الفساد المستشري للمال في السياسة، وكسر القاعدة الخائفة للمصالح الخاصة، واستعادة سلامة عمل عملية اتخاذ القرار الجماعي في الديمقراطية التمثيلية لتعزيز المصلحة العامة. وتعني إصلاح الأسواق وجعل الرأسمالية مستدامة عن طريق مواءمة الحوافز مع مصلحتنا الطويلة الأجل. وتعني، على سبيل المثال، فرض ضرائب على تلوث الكربون وتخفيض الضرائب على العمل - وزيادة الإيرادات مما نحرقه، وليس مما نكسبه.

قبل أكثر من 1800 سنة، كتب آخر «الأباطرة الخمسة الصالحين» لروما ماركوس أوريليوس أنطونيوس: «لا تدع المستقبل يقلقك على الإطلاق. سوف تواجهه، إذا تعين عليك ذلك، بذات أسلحة العقل التي تسلحك اليوم ضد الحاضر»<sup>(6)</sup>. لا تزال نصيحته سديدة، علما أنه بعد انقضاء فترة حكمه بقليل بدأت الإمبراطورية الرومانية عملية طويلة من الانهيار توجت بالإطاحة بها لاحقا بعد 300 سنة.

### فماذا نفعل الآن؟

تسليح أنفسنا بـ «أسلحة العقل» أمر ضروري ولكنه غير كاف. ظهور العقل العالمي يقدم لنا فرصة لتعزيز عملية صنع القرار القائمة على العقل، ولكن النظم الاقتصادية والسياسية التي ننفذ ضمنها حتى أكثر القرارات حكمة هي بحاجة ماسة إلى الإصلاح. لقد تراجعت الثقة بكل من رأسمالية السوق والديموقراطية التمثيلية لأنه من الواضح أن كليهما بحاجة إلى الإصلاح على حد سواء. إن إصلاح هاتين الأداتين الكبيرتين يجب أن يحتل المرتبة الأولى في سلم الأولويات على أجندة كل من يود المساعدة في تشكيل مستقبل البشرية.

وينبغي أن تكون الأولوية الأولى بالنسبة إلينا هي استعادة قدرتنا على التواصل بوضوح وصراحة بعضنا مع بعض في منتدى عام سهل المنال حول الخيارات الصعبة التي يتعين علينا اتخاذها. وهذا يعني بناء «ساحات عامة» حيوية ومفتوحة على شبكة الإنترنت لمناقشة أنجع الحلول للتحديات الناشئة وأفضل الإستراتيجيات لاغتنام الفرص. ويعني أيضا حماية المنتدى العام من هيمنة النُخب والمصالح الخاصة التي لديها أجندات تتعارض مع المصلحة العامة.

من المهم بصفة خاصة تسريع عملية انتقال المؤسسات الديمقراطية إلى شبكة الإنترنت. المجال المفتوح أمام الأفراد للمنتدى العام القائم على الطباعة التي كانت مهيمنة في السابق عزز انتشار الديمقراطية ورفع عاليا دور العقل والخطاب العام المبني على الحقيقة. ولكن التحول الهائل في الثلث الأخير من القرن العشرين من الطباعة إلى التلفزيون كوسيط أولي للاتصال أحمَد الخطاب الديمقراطي، وأعطى مجالا مفضلا لأولئك الذين يمتلكون الثروة والسلطة. وقد حجب هذا التحول دور العقل، وبَخَسَ أهمية عمليات البحث الجماعي عن أفضل الأدلة المتاحة، ورفع عاليا من الدور الذي يمارسه المال في السياسة - وخصوصا في الولايات المتحدة - مما شوَّه بالتالي عملية بحثنا عن الحقيقة وحوطَ من قدر قدرتنا على التفكير معا.

وينطبق الشيء نفسه على وسائل الإعلام الإخبارية. فوسيلة التلفزيون ذات الاتجاه الواحد، التي يهيمن عليها أصحاب الإعلانات التجارية والتي تحكمها التكتلات، تعمل على خنق التدفق الحر للأفكار الضرورية لعملية تقرير المصير الحقيقية. في العام 2012، على سبيل المثال، لم يكن الأمر يخلو من الغرابة عندما قامت الولايات المتحدة بإجراء الانتخابات الرئاسية كل أربع سنوات في خضم الكوارث الملحمية المرتبطة بالمناخ - بما في ذلك الجفاف على نطاق واسع الذي أصاب أكثر من 65 في المائة من مساحة البلاد، والحرائق التاريخية التي اجتاحت أنحاء الغرب، والإعصار الملحمي الهجين الشمالي الشرقي الذي أغلق مساحات شاسعة من مدينة نيويورك للمرة الثانية في غضون عامين - مع عدم طرح أي سؤال وحيد عن أزمة المناخ من أي وسيلة من وسائل الإعلام الإخبارية في أي من المناظرات التي كانت تجرى أثناء الحملة الانتخابية.

عدم الوضوح الذي يحركه تحقيق الربح للخط الفاصل بين الترفيه والأخبار، والنفوذ المتزايد لشركات الإعلانات التجارية الكبيرة على محتوى البرامج الإخبارية، والتشويه الساخر لسرد الأخبار عن طريق الناشطين السياسيين الذين يتظاهرون بأنهم المديرون التنفيذيون لدوائر الأخبار جمعياً تنتقص من قدرة السلطة الرابعة على المحافظة على نزاهتها وأحكامها المستقلة لتؤدي دورها الجوهرى في الديمقراطية على أكمل وجه.

تُوفّر الإنترنت فرصة مُرحّباً بها لعكس هذا التراجع في الديمقراطية وإعادة تأسيس قاعدة للحكم الذاتي السليم مرة أخرى. على الرغم من أنه لا يوجد حتى الآن أي نموذج تجاري قياسي يُنتج ربحاً كافياً لدعم الصحافة التحقيقية ذات الجودة العالية على شبكة الإنترنت، فإن توسيع النطاق الترددي (Bandwidth) لاستيعاب مزيد من أفلام الفيديو ذات الجودة العالية على الإنترنت قد يوفر قريباً نماذج تجارية ذات ربحية. فضلاً على أن استخدام النماذج الهجينة العامة/ والخاصة لدعم التميز في مجال الصحافة المعتمدة على شبكة الإنترنت ينبغي متابعتها بقوة. يجب معالجة مسألتى فقدان الخصوصية وأمن البيانات على شبكة الإنترنت بسرعة. «الاقتصاد المُلاحق» (stalker economy) الناشئ، الذي يعتمد على تجميع ملفات رقمية كبيرة عن الأفراد الذين يشاركون في التجارة الإلكترونية، هو اقتصاد استغلالي وغير مقبول. وبالمثل، فإن الاحتمال المتزايد لسوء استخدام الحكومات للملفات الرقمية الأكبر حتى عن الحياة الشخصية للمواطنين - بما في ذلك اعتراض الاتصالات الخاصة الروتينية - يشكّل تهديداً خطيراً للحرية ويجب أن يتوقف. أولئك المهتمون بمسألة جودة الحرية في العصر الرقمي يجب أن يجعلوا الحماية القانونية الجديدة للخصوصية إحدى أولوياتهم.

يجب استغلال الأدوات الرقمية الجديدة التي تتيح بشكل متزايد الوصول إلى العقل العالمي في التنمية السريعة للأساليب الشخصية للرعاية الصحية، وما يجري تسميته الآن «الطب الدقيق»، وأدوات التتبع الذاتي لتخفيض التكلفة وزيادة كفاءة هذه الأساليب الشخصية للطب، ينبغي تطبيق ذات الدقة الممكنة عن طريق الإنترنت على التنمية السريعة لـ «الاقتصاد الدائري»، الذي يتميز بمستويات أعلى بكثير من إعادة التدوير، وإعادة الاستخدام، والكفاءة في استخدام الطاقة والمواد.

الرأسمالية، كالديموقراطية، يجب إصلاحها. يجب أن تكون الأولوية بالنسبة إلى أولئك الذين يوافقون على أنه من الضروري جدا استعادة فائدة الرأسمالية كأداة لإعادة امتلاك السيطرة على مصيرنا هي الإصرار على إجراء قياسات دقيقة وكاملة وتامة للقيمة. ما يسمى بالعوامل الخارجية التي يجري تجاهلها في الوقت الراهن في المحاسبة التجارية القياسية يجب أن تُدمج بشكل كامل في حسابات السوق. على سبيل المثال، لم يعد مقبولا حقا أن نتظاهر بأن التيارات الكبيرة من التلوث الضار غير موجودة عندما يتعلق الأمر ببيانات الربح والخسارة.

تلوث الاحترار العالمي، على وجه الخصوص، يجب أن يكون له ثمن. فرض ضريبة على ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  هو نقطة البداية. ويمكن إرجاع عائدات هذه الضريبة إلى دافعي الضرائب، أو ما يقابلها من تخفيضات متساوية في ضرائب أخرى، على سبيل المثال. وضع حد يتراجع بشكل مطرد على الانبعاثات والسماح بالمقايضة بحقوق الانبعاثات ضمن تلك الحدود هو البديل الذي يمكن أن ينجح أيضا. بالنسبة إلى تلك الدول القلقة من العواقب التنافسية للتصرف في غياب اتفاق عالمي، فإن قواعد منظمة التجارة العالمية تسمح بفرض تعديلات على الضرائب الحدودية على السلع من البلدان التي لا تفرض ضريبة على تلوث الكربون.

مبادئ الاستدامة - التي صُممت، قبل كل شيء، لضمان اتخاذنا الخيارات الذكية لتحسين ظروفنا في الوقت الحاضر من دون الحط من قيمة الآفاق المستقبلية - ينبغي أن تكون مندمجة بشكل تام ضمن الرأسمالية. الحوافز الموجودة في كل مكان والمبنية في صلب الرأسمالية - التي تجسد قوة الرأسمالية على إطلاق العنان لإبداع الإنسان وإنتاجيته - ينبغي أن تصمم بعناية لضمان تماشيها مع الأهداف التي يجري متابعتها. نُظم التعويض، على سبيل المثال، يجب أن تُدرس بعناية من قبل المستثمرين، والمديرين، ومجالس الإدارة، والمستهلكين، والجهات الرقابية، وجميع أصحاب المصلحة في كل مؤسسة - مهما كان حجمها.

ينبغي علينا إعادة تقييم اعتمادنا الحالي على الناتج المحلي الإجمالي (GDP) باعتباره البوصلة التي يمكننا من خلالها توجيه خيارات سياستنا الاقتصادية. يوجد خلل جذري في تصميم الناتج المحلي الإجمالي - ونظم المحاسبة التجارية المستمدة منه - ولا يمكن استخدامه بأمان كدليل لتوجيه قرارات السياسة الاقتصادية. على

سبيل المثال، ينبغي أن تكون الموارد الطبيعية خاضعة للاهلاك (Depreciation)، كما ينبغي إدراج توزيع الدخل الشخصي في تقييمنا لنجاح أو فشل السياسات الاقتصادية. تتطلب الرأسمالية قبول عدم المساواة، بالطبع، ولكن المستويات «المفرطة» من عدم المساواة - كالتى تنتج الآن - تعد هدامة لكل من الرأسمالية والديموقراطية.

ينبغي أيضا إدراك قيمة المصالح العامة بشكل تام - وليس تشويهها ومهاجمتها بشكل ممنهج على أسس أيديولوجية. في عصر تقوم به الاستعانة بالروبوتات والعمالة الخارجية بشكل ممنهج بالقضاء على فرص التوظيف الخاصة بوتيرة سريعة، فإن استعادة المستويات السليمة للطلب الاقتصادي الكلي تعتبر أمرا ضروريا لتحقيق النمو المستدام. إن خلق مزيد من المصالح العامة - في الرعاية الصحية، والتعليم، وحماية البيئة، على سبيل المثال - هو إحدى السبل لتوفير مزيد من فرص العمل والحفاظ على الحيوية الاقتصادية في عصر شركة الأرض.

يجب أن تعمل الاستدامة على توجيه إعادة تصميم الزراعة، والغابات، وصيد الأسماك. الاستنزاف الأرعن للتربة السطحية، واحتياطيات المياه الجوفية، وإنتاجية غاباتنا ومحيطاتنا، والتنوع البيولوجي الوراثة يجب أن يتوقف وأن يُبطل.

من أجل تحقيق الاستقرار في النمو السكاني، ينبغي علينا إعطاء الأولوية لتعليم الفتيات، وتمكين المرأة، وتوفير سبل وصول واسعة الانتشار إلى معرفة إدارة الخصوبة وتقنياتها، والرفع المستمر لمعدلات بقاء الأطفال. يتمتع العالم اليوم بإجماع دائم حول فعالية هذه الإستراتيجيات الأربع - التي تستخدم مجتمعة - لإحداث تحول إلى أسر أصغر حجما، ومعدلات وفيات منخفضة أكثر، ومعدلات ولادة متدنية أكثر، ومستويات مستقرة من التعداد السكاني. يتعين على البلدان الغنية دعم هذه الجهود لخدمة مصلحتها الذاتية. ويجب أن تحظى أفريقيا برعاية خاصة بسبب ارتفاع معدلات الخصوبة لديها وقاعدة موارد مهددة بالزوال.

هناك أيضا اثنتان من الحقائق الديموغرافية الأخرى التي تتطلب وضعها في أولوية سلم الاهتمامات: يجب أن يُنظر إلى التحضر المستمر لسكان العالم على أنه فرصة لدمج الاستدامة في صلب تصميم وبناء المباني المنخفضة في الكربون والطاقة، واستخدام فن العمارة المستدامة والتصميم لجعل المساحات الحضرية أكثر



كفاءة وإنتاجية، وإعادة تصميم أنظمة النقل الحضرية لتقليل من استخدام الطاقة وانبعاثات التلوث. والحقيقة الديموغرافية الثانية، هي أنه يجب النظر إلى تقدم السكان في السن في الاقتصادات المتقدمة - وفي بعض الأسواق الناشئة، كالصين، على أنه فرصة لإعادة تصميم الإستراتيجيات الصحية وبرامج دعم الدخل من أجل الأخذ في الحسبان المعدلات النسبية للإعالة العالية التي تهدد إمكان استخدام الضرائب المفروضة على الرواتب كمصدر رئيس للتمويل بالنسبة إلى هذه البرامج.

فيما يتعلق بالثورة في علوم الحياة، يجب علينا أن نعطي الأولوية لتطوير الإجراءات الوقائية ضد التعديلات الدائمة غير الحكيمة في تجمّع الجينات البشرية. الآن وبعد أن أصبحنا العوامل الرئيسية للتطور، من الأهمية بمكان أن ندرك أن السعي وراء تحقيق الأهداف قصيرة الأمد عبر التعديلات البشرية يمكن ألا يتعارض بشكل خطير مع المصالح المثلى الطويلة الأجل للجنس البشري. ومع ذلك، فإننا لم نطور حتى الآن معايير مناسبة - أي كمية أقل من بروتوكولات صنع القرار - لاستخدامها في توجيه مثل هذه القرارات. ويتعين علينا القيام بذلك بسرعة.

وبالمثل، فإن هيمنة دافع الربح وسلطة الشركات في اتخاذ القرارات حول التعديل الوراثي للحيوانات والنباتات - وخصوصاً تلك التي ينتهي بها المطاف في عرض المواد الغذائية - بدأت تخلق مخاطر غير محسوبة جيداً. ما هو مطلوب بالتحاح هو اتخاذ إجراءات منطقية لتحليل هذه المخاطر وفقاً للمعايير التي تستند إلى حماية المصلحة العامة على المدى الطويل الأجل.

التقدم المستمر في التطور التكنولوجي سيجلب الكثير من النعم، ولكن يجب الحفاظ على القيم الإنسانية عندما نقيم عملية نشر واستخدام التكنولوجيات القوية الجديدة. تستدعي بعض أشكال التقدم الحذر والإشراف الدقيق: انتشار المواد النانوية، وأشكال الحياة الاصطناعية، وطائرات المراقبة من دون طيار هي أمثلة على التكنولوجيات الجديدة الشائعة التي تتمتع بمستقبل وإمكانات واعدة، ولكنها بحاجة إلى مراجعة وإجراءات وقاية.

هناك بالفعل العديد من الممارسات الرعناء التي يجب أن تتوقف على الفور: بيع الأسلحة الفتاكة لمجموعات في جميع أنحاء العالم، واستخدام المضادات الحيوية كمحرضات على نمو الثروة الحيوانية، والتنقيب عن النفط في المحيط المتجمد

الشمالي الهش، وهيمنة التداول في سوق الأسهم بواسطة أجهزة الكمبيوتر العملاقة مع خوارزميات محسّنة للسرعة العالية، وصفقات ذات تكرارية عالية تخلق تقلبات ومخاطر بإحداث خلل في السوق، ومقترحات مجنونة تماما لحجب أشعة الشمس من الوصول إلى الأرض كإستراتيجية لتعويض حبس الحرارة بمستويات متصاعدة جدا من تلوث الاحتراز العالمي. كل هذه الأمور هي أمثلة من التفكير المشوّش والخطير. وينبغي أن ينظر إليها جميعها باعتبارها حالات اختبار لمعرفة ما إذا كانت لدينا الإرادة، والعزيمة، والقدرة على خلق مستقبل جدير بالأجيال المقبلة.

وأخيرا، فإن المجتمع الدولي بحاجة ماسة إلى القيادة التي تقوم على أعمق القيم الإنسانية. على الرغم من أن هذا الكتاب موجّه للقراء في العالم بأسره، فالقصد من ورائه هو أن يحمل رسالة خاصة وعاجلة لمواطني الولايات المتحدة الأمريكية، التي تظل الدولة الوحيدة القادرة على توفير هذا النوع من القيادة العالمية المطلوبة.

لهذا السبب، ولدواعي الفخر التي يجب أن يشعر بها الأمريكيون بما تمثله الولايات المتحدة للبشرية منذ أكثر من قرن من الزمان، من الأهمية بمكان أن نوقف انحطاط وتراجع التزام أمريكا بالمستقبل الذي يتم فيه صيانة كرامة الإنسان والاعتزاز بها، وحماية القيم الإنسانية وتطويرها. وبالنسبة إلى أولئك الذين يرغبون في التصرف والعمل هناك أولويتان اثنتان هما الحد من دور المال في السياسة وإصلاح القوانين التشريعية البالية والمُبْهمة التي تسمح لأقلية صغيرة بأن توقف العمل التشريعي في مجلس الشيوخ الأمريكي.

وصلت الحضارة الإنسانية إلى مَفْرَق طرق على الدرب الذي سافرنا فيه منذ زمن بعيد. ويجب علينا اختيار مسار واحد من المسارين. وكلاهما يقودنا إلى المجهول. ولكن أحد المسارات يؤدي إلى تدمير توازن المناخ الذي نعتمد عليه، واستنزاف الموارد التي تقوينا والتي لا يمكن الاستغناء عنها، وانحطاط القيم الإنسانية بشكل فريد، واحتمال أن تصل الحضارة كما نعرفها إلى نهايتها. أما المسار الآخر فيقود إلى المستقبل.

## شكر وتقدير

أدين بالامتنان لدعم وتشجيع وحب  
شريكتي، إليزابيث كيدل، في أثناء تأليف هذا  
الكتاب، لنصائحها عند القراءة والاستماع إلى  
المسودات المتعاقبة من كل فصل، ولأفكارها  
الملهمة التي قدمتها في فصل علوم الحياة.  
وشكر خاص أيضا لشقيق زوجتي، فرانك هنغر،  
لاستشاراته الحكيمة والدائمة وصادقته المديدة  
التي كانت في غاية الأهمية بالنسبة إلي طوال  
هذا المشروع؛ والشكر موصول أيضا إلى أسرتي  
بأكملها لتشجيعها ودعمها.

لم يكن هذا الكتاب ليرى النور لولا فريق  
البحث المتمكن جدا الذي عمل معي، براد  
هول وأليكس لامبال، اللذان كان تفانيهما  
واجتهادهما وإخلاصهما ومهارتهما أمرا استثنائيا

بكل المقاييس. أود أيضا أن أتقدم بالشكر إلى عائلتهما لتفهمهم ودعمهم خلال ساعات العمل الطويلة التي كانت تمتد في كثير من الأحيان إلى عطلة نهاية الأسبوع وأيام العطل التي كانت جزءا مهما من الوقت الذي كنت أكرسه لتأليف هذا الكتاب على مدى العامين الماضيين. فالشخصية التي يمتلكانها، وروح الدعابة لديهما، وقدرتهما على التحمل، وعزيمتهما كانت مثيرة للإعجاب والتقدير الكبيرين. بالنسبة إلى المرحلة الأولى من البحث، قدّم آدم آبلكوب أيضا مساعدة لا تقدر بثمن، وأنا أدين بالامتنان الخاص له لاستعداده لتأجيل دراسته لنيل شهادة الدكتوراه كي يكون جزءا من هذا المشروع. بعد أن انتهى آدم من فترة تفرغه العلمي، بدأ دان مايرز، من طاقم العاملين معي في ناشفيل، في العمل معي في كثير من الأحيان، وكان دائما ملتزما بتقديم أبحاث ممتازة.

وكما كتبت في المقدمة، تعود أصول هذا الكتاب إلى 8 سنوات خلت عندما بدأت في التركيز على محركات التغيير العالمي وهَمَمْتُ بجمع الأفكار والبحوث. وأنا أعتبر أن المخطط التمهيدي التفصيلي هو في الأساس رحلة استكشافية شخصية في غياهب سؤال مُلح بشكل استثنائي، وكان من دواعي سروري أن تكون لهذا السؤال أيضا قيمة عملية كمدخل إلى خارطة الطريق الاستثمارية التي قمنا أنا وشركائي باستخدامها في شركة إدارة استثمار الجيل لإطلاق مبادرة جديدة في «الاستثمار المستدام». إنني أدين بالامتنان بصفة خاصة إلى المؤسس المشارك معي في شركة الجيل، ديفيد بلود، وجميع شركائي الآخرين في شركة الجيل للنقاشات المثمرة التي أثرتها عبر السنين والتي أثّرت عملية فهمي للعديد من هذه القضايا.

مع استمرارني في تحسين المخطط التمهيدي، بدأت أفكر في أنه قد يكون ذا قيمة لعدد أكبر من الجماهير، ولكنني لم أبدأ في كتابة هذا الكتاب بالفعل إلى أن قرر جون ميتشام الانضمام إلى مؤسسة راندوم هاوس كمدير للتحريض. عند قراءتي للخبر، اتصلت بوكيل أعمال، أندرو وايلي (الذي أعرب له هنا أيضا عن جزيل امتناني مرة أخرى)، وأخبرته عن سبب اعتقادي أن جون سيكون المحرر المثالي لهذا الكتاب. وتقابلنا ثلاثتنا في نيويورك لمناقشة هذه الفكرة، وبعد أسبوع أُطلق المشروع. عند انتهاء الكتاب، يمكنني القول ومن دون مبالغة إنه لم يكن ممكنا بالنسبة إلي كتابة من دون جون، الذي أصبح صديقا حميما وجارا في ناشفيل. حكمته وبصيرته،

وتوجيهه كانت من دون ريب استثنائية حقاً. والشكر موصول أيضاً إلى كل من جينا سينتريللو، وسوزان كامل، وتوم ييري، وبيك ستيفان، وبن شتاينبرغ، ولندن كينغ، وسالي مارفن، وستيف ميسينا، وبنجامين دراير، وإريكا غريير، ودينيس أمبروز، وكامل فريق التحرير، والإنتاج، والتسويق في مؤسسة راندوم هاوس.

قام غراهام أليسون، صديقي الحميم ومستشاري على مدى خمسة وأربعين عاماً، بتنظيم زيارة تفقدية لمدة يومين في مركز بلفور من كلية جون كنيدي للدراسات الحكومية في هارفارد بعد المرحلة الأولى من الأبحاث قبل عامين. وأنا ممتن للغاية إلى غراهام ومجموعة استثنائية من المفكرين الآخرين الذين منحونا وقتهم بسخاء (وفي كثير من الحالات سافروا مسافات طويلة) لقضاء يومين في كامبريدج في مناقشات مكثفة وتحفيزية للقضايا المشمولة في المخطط، وهم: رودني بروكس، وديفيد كريستيان، وليون فويرث، وداني هيلليس، وميتش كابور، وفريدا كابور كلاين، وراي كورزويل، وجوزيف ناي، ودان شراغ، وفريد سير.

وأنا أدين بالفضل أيضاً إلى مجموعة متميزة من المراجعين الخبراء الذين أمضوا وقتاً في قراءة أجزاء من كل المسودة الأولى للكتاب. وأعرب عن تقديري البالغ لمساعدتهم في تصويب الأخطاء، واقتراح مواد إضافية، وتقديم الفوارق الدقيقة، وتعزيز فهمي لمواضيع كانت في غياهم ذاكرتهم أكبر مما يمكن أن أتعلمه على الإطلاق، وهم: غراهام أليسون، وروزينا بيربوم، وفينت سيرف، وبوب كوريل، وهيرمان دالي، وجاريد دايموند، وهارفي فينبرغ، ودارغان فريرسون، وداني هيلليس، وراتان لال، ومايك ماكراكان، ودان شراغ، وبيث سايدنبيرغ، ولورا تايسون، وإي. أو. ويلسون.

فضلاً عن عدد كبير من الخبراء الذين لم ييخلوا بوقتهم في إجراء محادثات مطوّلة خلال عملية البحث، من بينهم راجي أسعد، وجودي بيكر، وتوماس بوتتر، وأندرو تشيرلين، وكاثرين كورتيس، وريتشارد هودس، وبول كابلوفيتز، وديفيد أوين، وهانس روسلينغ، وساسكيا ساسين، وآني ماري شنايدر، وجوني سيغر، وأودري سينغر.

في بعض الأحيان كنت أقرأ في قسم إعلانات الشكر والتقدير في كتب بعض المؤلفين بشأن الاعتراف بأن هؤلاء الأشخاص الذين يدينون بالامتنان إليهم لمساعدتهم لا يتحملون أي مسؤولية عن أي أخطاء لاتزال قائمة في الكتاب بعد نشره. وبالتأكيد فإن هذا الرأي ينطبق على هذا الكتاب.

أود أيضا أن أخص بالشكر ماغي فوكس، المدير التنفيذي في مشروع واقع المناخ؛ وجويل حياة، المؤسس المشارك والمدير التنفيذي لقناة كارنت تي. في. (تلفزيون الآن)؛ وجون دوير، الشريك الإداري في كلاينز بيركنز كوفيلد أند بايرز، إلى جانب ديفيد بلود في شركة الجيل وزملائي في جميع المنظمات الأربع، وذلك ليس فقط لدعمهم وتشجيعهم، وإنما أيضا لصبرهم في بعض الأحيان على تعديل الجدول الزمني للمكالمات والاجتماعات المحددة في جدول أعمالهم وذلك لتخصيص الوقت اللازم الذي طلبته منهم في أثناء عملي على الكتاب، وبخاصة خلال العامين الماضيين. (إفصاح: بالإضافة إلى شركة إدارة استثمار الجيل، هناك 9 شركات أخرى، من ضمن 120 شركة مذكورة في النص، التي لدي فيها استثمار سواء مباشر أو غير مباشر، وهي: شركة آبل، شركة أوكسوجين Auxogyn، وبنك سيتزن، وكورسيرا Coursera، وفيسبوك، وغوغل، وبنك جي بي مورغان تشيس، وكاييما Kaiima، وتويتر). شكر خاص لمات تايلور لإعارتي مجموعة رائعة جدا من ألواح الكتابة البيضاء العملاقة طوال فترة تنفيذ هذا المشروع.

وفي الختام، تولت بيت ألبرت، رئيسة هيئة الأركان في مكتبي الخاص في ناشفيل، مهمة تنسيق الفريق الذي ساعد على إنتاج هذا الكتاب، حتى إنها واصلت إدارة أنشطتي القائمة الأخرى. لقد أسهم كل فرد من طاقم الموظفين التابعين لي بالوقت والجهد لكي يرى هذا الكتاب النور، وهم: جوي شليشتر، وكلوديا هاسكي، وليزا بيرغ، زيبيتسي مكمانوس، وجيل مارتن، وكريستي جيفرز، وجيسيكا كوكس، وخلال المراحل الأولى من العمل، كالي كريدنر، وباتريك هاملتون، وأليكس ثورب. وقد قام بيل سيمونز بأكثر من الواجب المطلوب بكثير، من خلال إعداد وجبات طعام رائعة خلال جلسات العمل التي لا حصر لها في ناشفيل طوال هذه العملية الطويلة. شكرا لكم جميعا!

## هذا الكتاب...

إن زمننا هو زمن التغيير الثوري الذي لم يسبق له مثيل في التاريخ. وبالحماس نفسه الذي قدمه في تحدي التغير المناخي وبتجربته المديدة على مدار عقود من الزمن في الخطوط الأمامية للسياسة العالمية، يستعرض آل غور الآفاق الضبابية لمستقبل الأرض، ويقدم توقعات مدروسة وجدية ومفعمة بالأمل في كتابه «المستقبل» الذي يحدّد فيه ستة محركات أساسية للتغيير العالمي:

• أدت العولمة الاقتصادية المتزايدة باستمرار إلى نشوء ما سُمّاه «شركة الأرض» - التي تعتبر في نظره كيانا كلياً متكاملًا له علاقة جديدة ومختلفة عن الماضي مع رأس المال، والعمل، والأسواق الاستهلاكية، والحكومات الوطنية.

• أدت الاتصالات الرقمية في جميع أنحاء العالم والإنترنت، وثورات الحاسوب إلى ظهور «العقل العالمي»، الذي يربط بين الأفكار والأحاسيس لمليارات البشر، كما يربط الآلات الذكية، والروبوتات، وأجهزة الاستشعار المنتشرة في كل مكان، وقواعد البيانات.

• ميزان القوى السياسية والاقتصادية والعسكرية العالمية يتحول بعمق أكثر من أي وقت مضى في السنوات الخمسمائة الأخيرة - من النظام المركزي في الولايات المتحدة إلى نظام يمتلك مراكز ناشئة متعددة للسلطة، ومن الحكومات الوطنية إلى الجهات الفاعلة في القطاع الخاص، ومن النظم السياسية إلى الأسواق.

• تقودنا البوصلة الاقتصادية المعطلة والمصابة بالخلل إلى النمو غير المستدام في الاستهلاك، وتدفقات التلوث، واستنفاد الموارد الإستراتيجية لكوكب الأرض من التربة السطحية، والمياه العذبة، وأصناف الكائنات الحية.

• الجينوم، والتكنولوجيا الحيوية، وعلم الأعصاب، وثورات علوم الحياة تتحول بشكل جذري في مجالات الطب والزراعة والعلوم الجزيئية - وتضع مفاتيح التحكم بالتطور في أيدي الإنسان.

• كان هناك اختلال جذري في العلاقة بين البشر والنظم الإيكولوجية الأرضية، جنبًا إلى جنب مع بداية التحول الثوري لأنظمة الطاقة، والزراعة، والنقل، والبناء في جميع أنحاء العالم.

ومنذ الأيام الأولى لانخراطه في الشأن العام، كان آل غور يحذّر من وعود الحقائق الناشئة ومخاطرها مهما بدت «مُرّة» بالنسبة إلينا.

كتاب «المستقبل»، بكل ما يحمله من عمق وبصيرة، يرسم صورة للعالم المقبل من وجهة نظر رجل استشرّف آفاق المستقبل في السابق، وقد ثبت أنه كان على صواب مبین.



نم احاطه الرفع بواسطه

مكتبة عمكر

[ask2pdf.blogspot.com](http://ask2pdf.blogspot.com)